
This is the **published version** of the article:

Grimalt-Álvaro, Carme; Pintó, R. Desenvolupament iteratiu d'una pràctica de laboratori per a la construcció del model d'equilibri químic utilitzant TICs. 2012. 152 pàg.

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/150349>

under the terms of the  license



UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA I DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS

Desenvolupament iteratiu d'una pràctica de laboratori per a la construcció del model d'equilibri químic utilitzant TICs

Màster de recerca en didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals

Autora:

Carme Grimalt Álvaro

Tutora:

Tutora: Roser Pintó

13 de juny del 2012



Desenvolupament iteratiu d'una pràctica de laboratori per a la construcció del model d'equilibri químic utilitzant TICs de Carme Grimalt-Álvaro està subjecte a una llicència de Reconeixement-NoComercial-SenseObraDerivada 4.0 Internacional de Creative Commons



UNIVERSITAT AUTÒNOMA DE BARCELONA

DEPARTAMENT DE DIDÀCTICA DE LA MATEMÀTICA I DE LES CIÈNCIES EXPERIMENTALS

Desenvolupament iteratiu d'una pràctica de laboratori per a la construcció del model d'equilibri químic utilitzant TICs

***Màster de recerca en didàctica de la Matemàtica i
de les Ciències Experimentals***

Autora:

Carme Grimalt Álvaro

Tutora:

Roser Pintó Casulleras

13 de juny del 2012

A la meva mare, per haver cregut sempre en mi des del primer dia.

Agraïments

Vull agrair en primer lloc a la doctora Roser Pintó i als companys del CRECIM tota l'ajuda rebuda i el finançament d'aquesta investigació, així com la confiança dipositada en mi que ha estat indispensable per tirar endavant aquest treball i superar els obstacles aparentment insuperables.

També vull agrair a la meva família i amics la paciència d'haver-me escoltat sempre, especialment en els foscos de dubte, i haver constituït, sense saber-ho, el millor bàlsam.

Índex

1. INTRODUCCIÓ	1
2. MARC TEÒRIC	4
2.1. MODELS CIENTÍFICS	4
EL MODEL D'EQUILIBRI QUÍMIC	4
EL MODEL D'ÀCID I BASE	5
2.2. L'ENSENYAMENT DE L'EQUILIBRI QUÍMIC: CONCEPCIONS ALTERNATIVES I PROPOSTES DOCENTS	6
CONCEPCIONS ALTERNATIVES I MODELS	6
CONCEPCIONS ALTERNATIVES DEL MODEL EQUILIBRI QUÍMIC	6
PROPOSTES DOCENTS PER AL MODEL D'EQUILIBRI QUÍMIC	7
CONCEPCIONS ALTERNATIVES DEL MODEL ÀCID I BASE	8
PROPOSTES DOCENTS PER AL MODEL D'ÀCID I BASE (Barke et al., 2009)	9
2.3. L'ÚS DE TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ I LA COMUNICACIÓ (TIC) EN L'ENSENYAMENT I APRENTATGE	9
2.4. EL DISSENY DE SEQÜÈNCIES I RECERCA BASADA EN EL DISSENY (DBR)	11
DISSENY DE SEQÜÈNCIES	11
RECERCA BASADA EN EL DISSENY (DBR)	12
3. PREGUNTES I OBJECTIUS DE RECERCA	13
4. METODOLOGIA	14
4.1. APROXIMACIÓ METODOLÒGICA	14
4.2. OBJECTIUS DE LA PRÀCTICA	14
4.3. CONTEXT D'IMPLEMENTACIÓ I POBLACIÓ	16
4.4. INSTRUMENT DE RECOLLIDA DE DADES	17
4.5. PROCEDIMENT UTILITZAT PER A L'ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS	18
PROCEDIMENT PER L'ANÀLISI I CATEGORITZACIÓ DE LES DIFICULTATS	18
PROCEDIMENT PER A L'ANÀLISI I LA CATEGORITZACIÓ DELS CANVIS	19
COMPARACIÓ ENTRE DIFICULTATS I CANVIS	20
4.6. METODOLOGIA EMPRADA EN L'AVUACIÓ DE LA QUALITAT DE LA PRÀCTICA EN RELACIÓ A L'EFICÀCIA	20
ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DELS TIPUS DE DIFICULTATS I DE CANVIS EN CADA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA.	21
ANÀLISI I COMPARACIÓ DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A UNA PREGUNTA DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES.	21
ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DE LES REFLEXIONS DELS EDUCADORS IMPLICATS	23
4.7. VALIDESA DE L'ESTUDI	24
5. RESULTATS	25
5.1. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS	25
ESTABLIMENT I CATEGORITZACIÓ DE LES DIFICULTATS	25
ESTABLIMENT I CATEGORITZACIÓ DELS CANVIS	29
5.2. EVOLUCIÓ I RELACIÓ DE LES CATEGORIES DE DIFICULTATS I CANVIS	30
EVOLUCIÓ DE LES CATEGORIES DE DIFICULTATS I CANVIS AL LLARG DE LES DIFERENTS VERSIONS	30
RELACIÓ ENTRE LES CATEGORIES DE DIFICULTATS I DE CANVIS	33
5.3. EVOLUCIÓ DE LA SEQÜÈNCIA	34
5.4. LA SEQÜENCIACIÓ DE CONTINGUTS FINAL	36

ELS MODELS D'EQUILIBRI QUÍMIC I D'ÀCID - BASE AL DETALL	36
ELS MODELS D'EQUILIBRI QUÍMIC I D'ÀCID - BASE PER TIPUS DE DEMANDES COGNITIVES	39
DESCRIPCIÓ DE LA VERSIÓ FINAL DE LA PRÀCTICA (QUARTA EDICIÓ)	41
5.5. ANÀLISI DE LA QUALITAT	44
ANÀLISI I COMPARACIÓ DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A UNA PREGUNTA DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES	45
ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DELS TIPUS DE DIFICULTATS I DE CANVIS EN CADA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA	46
ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DE LES REFLEXIONS DELS EDUCADORS IMPLICATS	47
 6. CONCLUSIONS	 48
6.1. IDENTIFICACIÓ, CATEGORIZACIÓ I EVOLUCIÓ DE LES DIFICULTATS DETECTADES I ELS CANVIS INTRODUÏTS	48
6.2. AVALUACIÓ DE LA QUALITAT	49
6.3. DISSENY FINAL DE LA SEQÜÈNCIA I ANÀLISI DE LES DIFERENTS DEMANDES COGNITIVES DEL MODEL	49
6.4. LIMITACIONS DE L'ESTUDI I PERSPECTIVES DE FUTUR	50
 7. BIBLIOGRAFIA	 52
 8. ANNEXOS	 54
8.1. PRIMERA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA	55
8.2. SEGONA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA	65
8.3. TERCERA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA	75
8.4. QUARTA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA	86
8.5. VALORACIONS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE GENER	98
REFLEXIÓ PRÒPIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	98
REFLEXIÓ DELS ALTRES EDUCADORS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	99
8.6. VALORACIONS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE FEBRER	101
REFLEXIÓ PRÒPIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	101
REFLEXIÓ DELS ALTRES EDUCADORS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	102
REFLEXIÓ DEL PROFESSOR ACOMPANYANT SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	103
8.7. VALORACIONS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE MARÇ	105
REFLEXIÓ PRÒPIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	105
REFLEXIÓ DELS ALTRES EDUCADORS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ	106
8.8. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS DE LA PRIMERA EDICIÓ	109
8.9. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS DE LA SEGONA EDICIÓ	118
8.10. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS DE LA TERCERA EDICIÓ	127
8.11. ANÀLISI DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A UNA PREGUNTA DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES DE LA 1A EDICIÓ	132
8.12. ANÀLISI DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A DUES PREGUNTES DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES DE LA 2A EDICIÓ	134
8.13. ANÀLISI DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A DUES PREGUNTES DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES DE LA 3A EDICIÓ	139

1. INTRODUCCIÓ

A principis d'aquest curs vaig començar a treballar al CRECIM, el Centre de Recerca per a l'Educació de les Ciències i les Matemàtiques de la Universitat Autònoma de Barcelona. Una de les meves tasques era col·laborar en el projecte REVIR (Realitat - Virtual) que es desenvolupa en els laboratoris de la facultat d'educació. Aquest programa ofereix als centres de secundària de Catalunya unes sessions de treball experimental els continguts de les quals es basen en el currículum oficial i pretenen ser una proposta que englobi els tres aspectes següents: un bon disseny didàctic, innovació respecte les noves tecnologies i senzillesa per ser incorporades pel professorat en els centres d'origen. Tot i que s'imparteixen sessions de biologia, física i química, per la meua formació, em vaig involucrar especialment en les darreres.

Llegint els guions de pràctiques i conversant amb els meus companys per a posar-me al dia de les meves tasques em vaig adonar de que precisament les sessions de química i, en concret, les que feien referència a l'equilibri químic dirigides a estudiants de Batxillerat, generaven resultats molt poc satisfactoris. De fet, com a conseqüència d'aquesta situació, la demanda de pràctiques de química del programa REVIR cada cop era menor. Les dificultats no acabaven aquí, ja que llegint per sobre una mica de bibliografia relacionada amb l'ensenyament i aprenentatge de la química, es van fer evidents tot un seguit de dificultats i d'idees alternatives referits al model d'equilibri químic. Per tant, aviat vaig ensopegar amb un repte difícil i engrescador: com es podia dissenyar una pràctica de laboratori que ajudés a construir el model d'equilibri químic als alumnes i que "funcionés"? És evident que el fruit d'aquesta pregunta, que no va ser obvi en alguns moments, es detalla en les pàgines següents. Cal afegir que, en la pràctica dissenyada, s'ha volgut treure el màxim profit als recursos disponibles en matèria de noves tecnologies, seguint la tradició del programa REVIR. Per aquest motiu, les eines han anat canviant a mesura que ha millorant pràctica per aprofitar al major nivell les seves potencialitats.

Així doncs, amb la voluntat d'oferir una pràctica que ajudi als alumnes de Batxillerat a construir el model d'equilibri químic, s'ha dut a terme una recerca detallada en les pàgines següents dins del paradigma de la investigació orientada a la pràctica educativa i, més concretament, la Recerca Basada en el Disseny (DBR) i la Investigació – Acció, que pretén aportar informació que guii la presa de decisions i els processos de canvi per millorar la pràctica educativa i és realitzada per grups de subjectes implicats en la pròpia acció educativa a través de la reflexió (Latorre, del Rincón, & Arnal, 2003). El fet d'haver estat l'autora del disseny de la pràctica, ajudada pels companys del CRECIM, i alhora, l'educadora responsable de conduir les sessions pràctiques, ha provocat que, en alguns casos, l'avaluació de la pròpia seqüència fos excessivament rigorosa. Per aquest motiu, s'ha intentat buscar el màxim de criteris objectius en els que basar la reflexió, els quals es detallaran en l'apartat de metodologia. Per altra banda, la DBR està centrada en el desenvolupament seqüències d'aprenentatge i pretén establir vincles entre la teoria, l'artefacte dissenyat i la pràctica amb l'objectiu d'anar més enllà i construir "coneixement útil" per a la realitat del docent (Design-Based Research Collective, 2003).

La metodologia que s'utilitza per respondre la pregunta de recerca "Quins són els principals canvis que s'han introduït en els refinaments progressius del disseny i les implementacions de la pràctica amb la voluntat de millorar la seva eficàcia?" està molt basada en un estudi que es va realitzar al CRECIM durant els anys 2007 i 2010 en el marc del projecte europeu Materials Science (Hernández, 2012), tot i que s'ha adaptat en alguns aspectes ja que com que l'abast de la recerca present és molt menor.

Per a assolir tant els objectius de la recerca, com els relacionats amb l'ensenyament i aprenentatge de l'equilibri químic, s'ha dissenyat una pràctica d'una durada de 4h amb una pausa central de 20 minuts i s'han dut a terme 3 implementacions amb diferents alumnes obtenint quatre versions diferents de la seqüència. Per tal d'interferir el més mínim en la pròpia implementació, s'ha realitzat una recollida de dades poc invasiva i senzilla aprofitant les produccions que els alumnes havien fet com són els guions de pràctiques i els mapes conceptuals dels grups de treball. També s'han recollit les reflexions del responsable de conduir la sessió així com les dels altres educadors que participaven i del professor acompanyant.

L'anàlisi dels canvis s'ha realitzat a partir de la detecció i categorització de les dificultats de cada edició i les modificacions entre dues versions diferents. Mitjançant el programa de càlcul SPSS s'han analitzats les relacions entre els tipus de canvis i de dificultats. En l'avaluació de l'eficàcia s'ha tingut en compte l'anàlisi de la prevalença de cada tipus de dificultat en les tres iteracions i l'anàlisi de les respostes dels alumnes a dues preguntes del guió de pràctiques referents al model d'equilibri químic. Cal afegir que, tot i que estrictament no correspon amb l'anàlisi de l'eficàcia, també s'ha volgut tenir en compte l'evolució de les reflexions dels educadors per tal de poder triangular les dades anteriors. Tot l'estudi ha estat consensuat amb una altra investigadora independent.

L'estudi de l'evolució de les categories al llarg de les diverses versions evidencia una clara disminució del nombre total de dificultats i canvis, especialment en la tercera edició. Aquest resultat és coherent amb l'evolució de les opinions dels educadors implicats en les implementacions, que també millora notablement en cada nova implementació. A més, la categorització de les dificultats i els canvis ha permès establir quines han estat les diferents etapes en el disseny i refinament de la pràctica.

Respecte a l'anàlisi de l'eficàcia de la pràctica, l'estudi de les respostes de l'alumnat no ha aportat prou informació i no s'ha pogut utilitzar per a triangular les dades: al tractar-se d'una mostra tan petita, les característiques del grup han estat massa importants perquè les mostres no siguin comparables. Per tant, l'avaluació de l'eficàcia s'ha acabat realitzant a partir de a l'estudi de l'evolució de les dificultats i les valoracions dels educadors. Finalment, amb la voluntat de generalitzar les aportacions d'aquest treball, es mostra la seqüenciació de continguts final i es discuteix entorn a una classificació dels estaments del model en funció de la seva demanda cognitiva.

He de reconèixer que, a mesura que he anat treballant en el disseny, he anat albirant noves dimensions de la dificultat d'oferir bones eines als alumnes per facilitar-los la construcció del

model d'equilibri químic i, al mateix temps, he anat copsant cada cop més la transcendència d'aquest model en la pròpia disciplina i en relació a altres matèries com la biologia. D'aquesta manera, la voluntat d'oferir una pràctica de qualitat que respongués als objectius marcats ha acabat esdevenint un repte personal intens que m'ha ensenyat molt sobre la didàctica de la química. Tan de bo les conclusions modestes d'aquest treball puguin ajudar i facilitar el disseny de nou material educatiu als docents que ho necessitin.

2. MARC TEÒRIC

2.1. MODELS CIENTÍFICS

Segons la definició de Bunge recollida en el seu treball *Treatise on Basic Philosophy* (1974 – 1989) citada a l'article d'Hernández, Couso, & Pintó, (n.d.), un model científic és una representació real o un sistema de conjectures que consisteix en un conjunt d'objectes amb les seves propietats característiques ben definides i un conjunt de lleis que manifesten el comportament dels objectes esmentats. La química, en tant que ciència i coneixement, també s'estructura entorn a uns models que han anat evolucionant al llarg del temps. En el context escolar, aquests models científics s'adapten per esdevenir més entenedors i assequibles per a l'alumnat en un procés que s'anomena de transposició didàctica.

EL MODEL D'EQUILIBRI QUÍMIC

El model d'equilibri químic és un dels models més complets i potents dins de la química ja que no només és la base de la major part de la resta de conceptes i models químics, sinó que permet establir connexions directes amb altres matèries com la biologia. Malauradament, tot i la seva gran capacitat explicativa i predictiva, a Catalunya només apareix al currículum oficial de segon de Batxillerat de manera superficial.

L'aproximació al model d'equilibri químic es pot realitzar essencialment des de dues perspectives: la cinètica i la termodinàmica (van Driel & Gräber, 2003). Des de la cinètica les partícules que formen els reactius i productes es mouen i col·lisionen contínuament entre elles. El valor mitjà de l'energia cinètica que posseeixen les partícules al moure's es relaciona amb la temperatura. D'aquesta manera, una temperatura elevada, és a dir, una energia cinètica mitjana superior implicarà una probabilitat major de col·lisions entre partícules. Com a conseqüència dels xocs, es poden trencar i formar enllaços entre les partícules. A l'equilibri, el nombre d'enllaços que es trenquen en un període de temps, és igual al nombre d'enllaços que es formen en el mateix període de temps. Això vol dir, en altres paraules, que la velocitat a la que els reactius reaccionen per donar els productes és la mateixa que la velocitat que reaccionen els productes per donar reactius. Experimentalment s'ha deduït una relació constant aproximada entre les concentracions de totes les substàncies implicades en un equilibri químic, que s'anomena constant d'equilibri (K_{eq}). Aquesta relació només depèn de la temperatura i és per aquest motiu que la relació s'utilitza per caracteritzar cada equilibri químic. A l'equilibri, tot i que les propietats macroscòpiques es mantinguin constants, com la concentració de tots els compostos o el color global, els productes i els reactius continuen reaccionant entre si. És per aquest motiu que es parla d'equilibri químic dinàmic.

El principal avantatge de la perspectiva cinètica és la connexió directa amb el model cinètic – corpuscular que els alumnes han estat treballant diverses vegades en cursos anteriors. En aquest sentit, es tracta d'una aproximació recomanable ja que facilita als alumnes la construcció del model a partir dels seus coneixements anteriors. Per contra, el fet d'utilitzar un model microscòpic per explicar uns fets observables, és a dir, macroscòpics, provoca que les relacions entre un món i un altre no siguin sempre evidents i que l'equilibri químic pugui semblar un constructe teòric allunyat de la realitat. A més, la perspectiva cinètica, pròpiament,

no explica el motiu de que un sistema tendeixi a l'equilibri ni de que els equilibris de dos sistemes siguin diferents.

La segona aproximació a l'equilibri químic es basa en les lleis de la termodinàmica i pretén superar les dues dificultats comentades en el paràgraf anterior: Segons el segon principi de la termodinàmica, l'equilibri químic s'entén com un estat on l'entropia del sistema és màxima per a una temperatura i pressió determinades. En aquest estat, l'energia de Gibbs, que també s'anomena energia lliure de Gibbs o potencial químic d'una reacció, és mínima. L'energia de Gibbs, juntament amb la temperatura, es relaciona amb la constant d'equilibri descrita en el paràgraf anterior. A partir de taules on es recullen valors de l'energia de Gibbs de formació de cada substància, es pot calcular la constant d'equilibri teòrica per a qualsevol reacció. D'aquesta manera, el potencial químic resultant és el responsable de que un sistema tendeixi a l'equilibri i de aquest equilibri estigui més o menys desplaçat cap als productes o reactius.

Malgrat que l'aproximació termodinàmica actualment és la més acceptada per la comunitat científica ja que és més rigorosa, cal reconèixer que també és la més abstracta i complicada. Amb la perspectiva de dissenyar i refinar progressivament una pràctica de laboratori l'objectiu de la qual sigui ajudar als alumnes de 16 – 18 anys a construir el model d'equilibri químic, s'ha triat l'aproximació cinètica com a base teòrica. Si bé es tracta d'una opció més limitada i obsoleta des de la investigació en química, s'ha considerat que el fet de que sigui la més senzilla, intuïtiva i relacionada amb el coneixement previ dels propis alumnes facilita molt més la construcció una de les idees més difícils de la química escolar.

EL MODEL D'ÀCID I BASE

El model d'àcid – base és considerat un submodel més concret de l'equilibri químic. Al tractar-se de quelcom més quotidià permet tractar l'equilibri químic d'una manera menys abstracta i és per aquest motiu que s'ha decidit incloure'l també en el disseny de la sessió experimental.

De la mateixa manera que en el model d'equilibri químic, hi ha diferents aproximacions al fenomen àcid – base que s'han originat en moments històrics consecutius. Els dos models que actualment tenen més rellevància en el context escolar són el d'Arrhenius i el de Brønsted – Lowry. El primer va introduir la teoria de dissociació dels àcids en aigua i les propietats àcides derivades dels ions hidrogen carregats positivament. Els àcids, doncs, es defineixen com a substàncies que produeixen ions H^+ en solució aquosa i, en conseqüència, les bases queden limitades a substàncies que contenen ions OH^- . El model d'Arrhenius restringeix l'estudi dels àcids i les bases al medi aquós (Drechsler & Schmidt, 2005).

Brønsted i Lowry posteriorment van proposar un model més complet: els àcids i les bases són partícules (molècules i ions) que bescanvien protons (H^+). En concret, els àcids són partícules donadores de protons i les bases són acceptors. Quan un àcid cedeix un protó esdevé una base, que s'anomena conjugada. Per tant, àcids i bases coexisteixen en una mateixa reacció química tot i que no sempre reaccionen entre si.

Més tard s'han anat desenvolupant altres models d'àcid – base com per exemple el de Lewis, que amplia el rang de les categories àcid i base considerant els primers com a molècules o

àtoms acceptors de parells d'electrons i les segones, com a donadors de parells d'electrons. El model de Lewis, per tant, té en compte l'estructura electrònica dels àtoms que formen les molècules d'una reacció. Aquests models més elaborats no s'acostumen a explicar amb profunditat en el context escolar ja que es considera que la seva complexitat és excessiva.

A l'hora de decidir-se per un model o un altre convé tenir present que, en general, dins del context escolar el professorat i els llibres de text acostumen a utilitzar models híbrids tipus Arrhenius - Brønsted - Lowry en els que s'atribueixen característiques d'un model a un altre i a l'inrevés. Aquest problema deriva de la manca de rigor a l'hora d'especificar quin model s'està utilitzant en cada situació per explicar un fenomen concret (Drechsler & Schmidt, 2005), (Barke, Hazari, & Yitbarek, 2009) i (Garnett, Garnett, & Hackling, 1995). Com que el model de Brønsted - Lowry està més relacionat amb el model cinètic de l'equilibri químic, s'ha optat utilitzar-lo com a referent teòric en el plantejament i disseny del treball present. A més, la idea d'intercanvi de protons és potent i es pot adaptar en altres reaccions, com les de reducció - oxidació (redox) en les que les molècules bescanvien electrons.

2.2. L'ENSENYAMENT DE L'EQUILIBRI QUÍMIC: CONCEPCIONS ALTERNATIVES I PROPOSTES DOCENTS

CONCEPCIONS ALTERNATIVES I MODELS

Les concepcions alternatives són idees són significativament diferents de les que estan acceptades socialment per la comunitat científica (Garnett et al., 1995). Les concepcions alternatives acostumen a ser molt comunes entre diferents cultures i persistents, ja que normalment es desprenen d'observacions quotidianes de la realitat o de coneixement informal com, per exemple, que la velocitat de caiguda en el buit d'un piano serà major que la d'una ploma també en el buit i poden influir l'aprenentatge posterior de la ciència.

A l'hora de plantejar una proposta educativa que s'emmarqui en el model d'equilibri químic i d'àcid - base és important aprofitar la bibliografia extensa sobre les idees alternatives relacionades amb el mateix model i construir una acció més consistent i ajustada. En els següents paràgrafs es farà una relació petita d'algunes d'aquestes concepcions alternatives que poden tenir més rellevància en el context d'una pràctica de laboratori.

CONCEPCIONS ALTERNATIVES DEL MODEL EQUILIBRI QUÍMIC

A un nivell senzill, s'acostuma a associar una reacció química amb un canvi observable (color, temperatura, precipitació, despreniment gasós...) ja que facilita l'adquisició del model de canvi químic. Tot i així, a nivells més superiors aquesta aproximació és perjudicial per a entendre la reversibilitat de les reaccions, ja que dificulta poder entendre l'existència d'una reacció inversa que no es pot observar. Es tracta d'un dels inconvenients derivats directament de la pràctica docent i, per tant, caldrà tenir cura a l'hora d'explicar el model de canvi químic per no induir idees equivocades (van Driel & Gräber, 2003).

Una altra dificultat és la idea de simultaneïtat de reaccions oposades. En general, la majoria d'explicacions de fenòmens observables i quotidians són causals amb l'establiment d'un vincle temporal entre esdeveniment i esdeveniment: Si s'observa que sempre que apareix A després apareix B es conclou que A és la causa de B i que primer ha d'aparèixer A perquè es pugui

observar B (Viennot, 2004). En el camp de la recerca en didàctica aquests estudis s'han realitzat en el marc de la física, però no hi ha cap referència a aquesta dificultat en la química.

En relació amb el paràgraf anterior, els estudiants poden creure que la reacció directa es realitza de manera completa abans de que la reacció inversa comenci. D'aquesta manera l'equilibri químic podria assimilar-se a un pèndol en el que les concentracions de productes i reactius oscil·len segons tinguin major importància la reacció directa o la inversa (van Driel & Gräber, 2003) i (Garnett et al., 1995).

Per altra banda, tal i com es descrivia en l'apartat de descripció dels models, el fet de que les propietats macroscòpiques com la concentració, el pH etc., a l'equilibri es mantinguin constants en el temps reforça la idea de l'equilibri químic com quelcom estàtic en el que no hi ha cap tipus de reacció. Aquest impediment allunya el model d'equilibri químic de les evidències observables i provoca que els alumnes tinguin dificultats per relacionar la "teoria" amb la "pràctica" (Garnett et al., 1995).

Altres alumnes poden creure que, el fet de que un sistema assoleixi un estat d'equilibri implica que la concentració dels reactius i dels productes també siguin iguals. Aquesta concepció és força comuna, ja que la mateixa paraula "equilibri" indueix a aquest raonament equivocat (van Driel & Gräber, 2003) i (Garnett et al., 1995). De la mateixa manera, també es pot creure que, alhora d'intervenir en l'equilibri, la constant de reacció canvia amb modificacions de concentracions dels reactius o dels productes. Cal recordar que, tal i com s'ha explicat anteriorment, la constant d'equilibri només depèn de la temperatura.

Per acabar, nombrosos estudis es mostren crítics amb l'ús del principi de *Le Châtelier* que s'utilitza tot sovint per predir o explicar el comportament químic d'un sistema en equilibri quan es provoquen modificacions en la pressió, volum, concentració o temperatura (van Driel & Gräber, 2003), (Barke et al., 2009) i (Quílez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995), entre d'altres. Les postulacions simples d'aquest principi (quan s'aplica una pertorbació a un sistema en equilibri aquest respon oposant-se al canvi), que són les que s'utilitzen habitualment poden conduir a conclusions equivocades o, fins i tot, a errors d'aprenentatge: els estudiants s'aprenen de memòria el principi i l'apliquen sense entendre'l, a vegades fora de les condicions en les que és vàlid, com per exemple en les modificacions del volum o la pressió. Així doncs, nombrosos autors recomanen utilitzar aquest principi només com una conclusió de l'estudi cinètic de les reaccions, per entendre bé en què es fonamenta així com dividir-lo en enunciats més curts, concrets i limitats (Barke et al., 2009), (Quílez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995) i (Garnett et al., 1995).

PROPOSTES DOCENTS PER AL MODEL D'EQUILIBRI QUÍMIC

En general, molts autors recomanen realitzar experiments basats en reaccions químiques reversibles que fàcilment es puguin desplaçar dels reactius i als productes i a l'inrevés (Barke et al., 2009), (van Driel & Gräber, 2003) i (Quílez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995). D'aquesta manera es pot establir una discussió posterior a l'experiència per fer evident l'existència de reactius i productes en la mateixa solució.



Figura 1: Analogia de la transferència de líquids

Pot ser útil també l'ús de simulacions d'ordinador, analogies i metàfores per entendre l'equilibri químic. Tot i que aquestes eines siguin limitades respecte al model original, el fet de que siguin assimilables a situacions quotidianes facilita l'aproximació al model. Una de les analogies que més s'ha utilitzat tradicionalment és la de la transferència de líquids (Figura 1). Aquesta analogia consisteix a passar líquid d'una proveta plena a una proveta més buida mitjançant una pipeta i a l'inrevés, de la proveta més buida a la proveta més plena. En el moment que s'estableix l'equilibri, el volum de les dues provetes pràcticament no varia malgrat que la persona continuï transferint líquid d'una proveta a una altra. Aquesta analogia senzilla ajuda a visualitzar el concepte d'equilibri químic dinàmic, ja que els alumnes poden observar directament el fenomen, però potencia la idea de que els productes i els reactius estan en espais separats i que la concentració, és a dir el volum de líquid, és igual a l'equilibri. És per aquest motiu que aquesta analogia ha rebut fortes crítiques i actualment no s'utilitza gaire (Barke et al., 2009).

L'analogia que més s'ajusta al model i que supera l'anterior esmentada, és l'anomenada "guerra de les pomes" (Barke et al., 2009). Es tracta d'imaginar-se la situació següent: un noi té un pomer en el jardí de casa seva al qual li han caigut força pomes al terra perquè ja estaven malament. Per tal d'evitar recollir-les en una bossa, les comença a llençar al jardí del veí del costat. El veí, que justament es troba en el seu jardí, observa que comencen a caure pomes del jardí del costat i les torna a llençar al jardí del noi. Al cap d'una estona, si les dues velocitats amb les que es llencen les pomes cada veí és la mateixa, el nombre d'aquestes fruites a cada jardí arribarà a ser constant malgrat que les dues persones continuïn llançant-se-les. Aquesta analogia de l'equilibri químic dinàmic supera l'analogia anterior ja que, si bé cal realitzar un petit esforç d'imaginació, les similituds amb el model d'equilibri químic són molt majors: si l'agilitat al llençar pomes de cada veí és diferent, el nombre de pomes a cada jardí serà també distint i anirà variant amb el temps. És a dir, no s'arribarà a una situació d'equilibri. En canvi, si les velocitats amb la que els veïns es llencen pomes s'acaba igualant, la quantitat de pomes a cada jardí es mantindrà constant, tot i que no necessàriament haurà de ser la mateixa entre els dos jardins. L'analogia pot servir per entendre millor què és la constant d'equilibri (la relació entre les pomes d'un jardí i d'un altre) i el fet que l'equilibri no impliqui igualtat de concentracions entre els reactius i els productes. Malgrat les avantatges, en l'analogia també es reforça la idea dels productes i reactius en espais diferents. A més, aquesta analogia només és matemàticament correcta per a una reacció del tipus $A \leftrightarrow B$.

CONCEPCIONS ALTERNATIVES DEL MODEL ÀCID I BASE

Des d'una perspectiva quotidiana, en general només s'atribueixen efectes "agressius" als àcids i de les bases, en canvi, normalment no se'n parla gaire. A més, el llenguatge juga un paper fonamental, ja que potencia una visió antropomòrfica de les substàncies: els àcids es mengen els materials... (Barke et al., 2009)

Una dificultat important relacionada amb el llenguatge és el concepte de neutralització. La paraula en si indueix a creure que, un cop s'assoleix aquest estat, el pH serà igual a 7, fet que no sempre succeeix. Aquesta idea condueix al alumnes a no tenir en compte tots els equilibris químics que s'esdevenen en una reacció: per exemple que els àcids i les bases es troben dissociats en aigua. Així, queda evident la importància del model d'equilibri químic com a base de la resta de models de reaccions (Barke et al., 2009).

Finalment, el pH és un concepte sense gaire sentit físic per als alumnes. És possible que la poca familiaritat amb les funcions logarítmiques ho potenciï. En general, l'alumnat relaciona el pH amb alguna propietat de la pell. També pot creure que un àcid o una base són forts segons el valor del pH de la dissolució en la que es troben, fins i tot amb valors incorrectes: pH=6 és més gran que pH=1 i, per tant, correspon a un àcid més fort (Barke et al., 2009), (Garnett et al., 1995).

PROPOSTES DOCENTS PER AL MODEL D'ÀCID I BASE (Barke et al., 2009)

És important presentar les bases com a productes que també poden ser molt agressius, com per exemple els productes de desembussar canonades. De la mateixa manera, és convenient mostrar als alumnes reaccions amb àcids i bases que són beneficioses, com l'àcid de l'estómac, o l'ús comú de l'àcid fosfòric en begudes de cola... etc.

És útil utilitzar diferents indicadors per a mostra el caràcter àcid o bàsic de diferents productes quotidians i, així, començar a introduir als alumnes en el concepte de pH. Es recomana fer servir equivalències que es puguin entendre: un número més a l'escala logarítmica correspon a una dilució 1:10.

També mitjançant el pH, es pot comparar el grau de protonació de dues solucions àcides o bàsiques de la mateixa concentració. Aquesta experiència permet discutir per què els valors de pH són diferents és la mateixa i enllaçar aquesta qüestió amb el model d'equilibri químic. A més, es pot jugar a variar el valor del pH d'una dissolució d'un àcid o base feble precipitant la base o l'àcid conjugat.

Finalment, és important tenir present els equilibris addicionals implicats en una reacció àcid – base. Tot i que els ions que reaccionen són els protons amb els hidròxids i la resta “fan d'espectadors”, aquests últims no desapareixen: es troben dins de la dissolució i poden establir nous equilibris amb la resta. Es pot provar d'evaporar l'aigua de la solució per observar la precipitació dels ions que no reaccionen o estudiar la variació de la conductivitat en una reacció àcid – base (Barke et al., 2009).

2.3. L'ÚS DE TECNOLOGIES DE LA INFORMACIÓ I LA COMUNICACIÓ (TIC) EN L'ENSENYAMENT I APRENENTATGE

L'ús de TICs amb finalitats educatives posseeix molts potencials com són, per exemple, agilitzar i millorar la producció del treball alliberant als alumnes de procediments manuals i laboriosos i deixant més temps per al pensament, la discussió i la interpretació; possibilitar la realització d'experiències sota condicions extraordinàries per posar de manifest la relació de fenòmens

amb la teoria; recolzar l'exploració i l'experimentació gràcies al *feedback* visual immediat; augmentar la motivació i l'adhesió a la tasca proposada; fomentar l'aprenentatge autoregulat i col·laboratiu... (Osborne & Hennessy, 2003) i (Pintó, 2011).

Malgrat els avantatges esmentats anteriorment i el pes important de programes educatius per promocionar l'ús de noves tecnologies a l'aula, com per exemple el programa eduCAT 2.0, les recerques mostren una gran reticència per part del professorat a incorporar TICs en les seves sessions de manera regular. Alguns autors consideren que el motiu principal d'aquesta resistència és la creença de que aquestes eines no ajuden a millorar els resultats d'aprenentatge dels alumnes (Wikan & Molster, 2011) i (Hammond, Reynolds, & Ingram, 2011). Altres autors, en canvi, creuen que la causa més important es troba en les limitacions importants d'espai i temps d'utilització, i la robustesa dels equips disponibles en l'actualitat en nostres centres (Pintó, 2009). Afortunadament, els docents també reconeixen que l'ús d'aquestes eines comporta avantatges importants, com és l'augment de la motivació de l'alumnat, encara que els arguments negatius segueixen sent decisius a l'hora de realitzar el balanç entre els pros i els contres (Wikan & Molster, 2011).

Tot i reconèixer que la quantitat d'oferta formativa per al professorat per desenvolupar les seves habilitats informàtiques és àmplia, és cert que l'èxit de l'ús de TICs implica la revisió profunda de la metodologia del propi professor/a a favor d'un estil docent més constructivista i centrat en l'alumne (Pintó, 2009). Així doncs, el professorat amb aquestes característiques segurament trobarà l'ús de TICs més útils a l'hora d'estimular l'aprenentatge de l'alumnat respecte els que tenen un estil més transmissiu (Wikan & Molster, 2011).

Malgrat les grans potencialitats d'aquestes eines, els usos a l'aula que se'n deriven són molt reduïts: buscar informacions per Internet, utilitzar la plataforma virtual del centre o projectar presentacions de diapositives tipus PowerPoint (Wikan & Molster, 2011). Per altra banda, actualment, gràcies a la inversió pròpia del centre i/o del Departament d'Ensenyament, els centres de secundària, especialment aquells que es troben dins del programa eduCAT 2.0, tenen a l'abast una varietat de TICs important com són les Pissarres Digitals Interactives (PDI), els sensors i consoles (MBL), els ordinadors de sobretaula i els portàtils dels alumnes (*Netbooks*). Així doncs, no és difícil concloure que l'ús real d'aquestes eines està molt per sota de les seves potencialitats i que és necessari buscar nous camins per normalitzar i incorporar la seva utilització a les aules. Així doncs, amb la voluntat d'oferir alguns exemples d'ús de TICs en un context d'ensenyament – aprenentatge als docents, s'han intentat incorporar de la manera més òptima aquestes eines en el disseny de la pràctica.

Finalment, és evident que no totes les TIC són útils en a qualsevol moment del procés d'aprenentatge i, per aquest motiu, és important tenir present quin és el potencial de cada eina per utilitzar-la en el moment adequat i treure'n el màxim profit. Així doncs, per al disseny final de la pràctica s'ha utilitzat un equip de captació automàtica de dades, una eina d'organització del coneixement, una simulació virtual i una pissarra interactiva.

2.4. EL DISSENY DE SEQÜÈNCIES I RECERCA BASADA EN EL DISSENY (DBR)

DISSENY DE SEQÜÈNCIES

Dissenyar un dispositiu pedagògic per a ensenyar implica bàsicament seleccionar les activitats d'ensenyament - aprenentatge que es considerin més adequades per als objectius triats i distribuir-les al llarg del temps. En aquesta selecció i seqüenciació d'activitats, la visió de la ciència i de l'aprenentatge del docent té un pes molt més important que dels continguts pròpiament. Per exemple, des d'un punt de vista transmissiu, la lectura del llibre de text i les experiències de tipus demostratiu es consideren bàsiques (Sanmartí, 2002).

Per altra banda cal tenir en compte que el desenvolupament del coneixement científic, per als mateixos científics, consisteix en la construcció, avaluació i revisió progressiva o cíclica de models. Així doncs, en coherència amb els coneixements actuals de l'Epistemologia de les Ciències i del seu aprenentatge, a l'hora de planificar propostes docents, és important dissenyar l'aprenentatge com un procés a través del qual uns models inicials puguin evolucionar cap a altres models plantejats des del referent de la ciència actual. Així doncs, la modelització, la reflexió i millora progressiva dels propis models mentals dels estudiants a partir de cicles iteratius de generació, avaluació i modificació i l'ajuda als estudiants a connectar els seus pensament amb les dades obtingudes del món exterior és fonamental en aquesta aproximació (Hernández, 2012) i (Sanmartí, 2002).

També és important a l'hora de dissenyar una seqüència d'ensenyament - aprenentatge fer emergir i tenir en compte els models previs dels alumnes així com revisar-los a la llum de les noves evidències obtingudes a partir dels experiments pràctics i de la perspectiva científica (Hernández, 2012), (Buty, Tiberghien, & Le Maréchal, 2004). En aquesta revisió i reformulació de models, doncs, el disseny de seqüències didàctiques ha d'afavorir el procés de regulació i d'auto - regulació de les idees i pràctiques de l'alumnat. Per tant, des d'aquesta perspectiva metodològica, l'accent no es posa en el canvi conceptual ni en l'aplicació del *mètode científic*, sinó en l'explicitació, a través de diferents llenguatges, de models explicatius per part de l'alumnat que siguin coherents amb els fets observats i que evolucionin amb la gènesi de noves experiències i l'intercanvi de punts de vista entre els membres del grup - classe (Sanmartí, 2002).

Si bé és cert que les grans teories didàctiques i pedagògiques ajuden a esbossar una seqüència a partir de la categorització següent de les activitats (exploració, promoció de l'evolució dels models inicials, síntesi i aplicació), també és cert que no són suficients pel que fa a les decisions concretes a nivell de disseny, ja que no especifiquen què s'ha de fer o com s'ha de modificar una seqüència que no funciona (Design-Based Research Collective, 2003). En aquest sentit, el disseny no és una conseqüència directa del marc teòric, sinó que cal prendre una sèrie de decisions importants sobre la seqüència dels continguts científics específics.

Tal i com s'ha comentat en paràgrafs anteriors, una de les principals motivacions d'aquest treball és construir una proposta educativa concreta fonamentada en les darreres recerques en la didàctica de les ciències que ajudi als alumnes a construir el model d'equilibri químic i

que esdevingui un exemple en el camí d'apropament entre la teoria didàctica i la pràctica docent quotidiana.

RECERCA BASADA EN EL DISSENY (DBR)

El procés de disseny, implementació i avaluació de la pràctica de laboratori s'ha dut a terme dins del context de la Recerca Basada en el Disseny (DBR) i la Investigació – Acció tal i com s'ha explicat en la introducció. La DBR neix, precisament, amb la necessitat de crear noves aproximacions a la recerca educativa que tractin directament els problemes de la pràctica docent i que ajudin a desenvolupar “coneixement útil” (Design-Based Research Collective, 2003). En aquest sentit, tot i que la bibliografia sobre les teories d'aprenentatge de l'equilibri químic i les seves idees alternatives és extensa, no es troben indicacions pràctiques sobre com s'han de concretar aquests coneixements en la realitat del docent i, per tant, es crea un forat entre la recerca educativa i el professorat. La DBR, doncs, pretén superar aquesta dificultat i establir vincles entre la teoria, l'artefacte dissenyat i la pràctica amb l'objectiu d'anar més enllà del disseny i la prova d'intervencions concretes incloent en el propi disseny aspectes teòrics sobre l'ensenyament i l'aprenentatge (Design-Based Research Collective, 2003).

La recerca en intervencions específiques també pot contribuir a les teories sobre l'ensenyament i l'aprenentatge ja que, si bé els resultats acostumen a ser molt concrets, és cert que es poden complementar aquestes investigacions amb estudis amb profunditat dels efectes d'una proposta reeixida en altres contextos (Design-Based Research Collective, 2003).

Una de les característiques més destacables de la DBR és que el desenvolupament i la recerca tenen lloc mitjançant cicles iteratius de disseny, implementació, anàlisi, avaluació per tal de recollir informació sobre l'èxit de la intervenció i poder-ne millorar el disseny (Design-Based Research Collective, 2003). Com que l'avaluació de la qualitat d'una seqüència es pot realitzar des de moltes perspectives, per aquest treball s'ha triat efectuar-la tenint en compte criteris d'eficàcia, ja que s'ha considerat que encaixa millor amb les característiques particulars de la pràctica dissenyada i d'aquesta manera els instruments de recollida de dades es simplifiquen. L'eficàcia fa referència a la mesura en que les experiències i els resultats són consistents amb els objectius de la intervenció (van den Akker, 1999). En l'apartat de metodologia es concretarà com es duu a terme l'avaluació de l'eficàcia per la pràctica dissenyada.

3. PREGUNTES I OBJECTIUS DE RECERCA

S'ha de reconèixer que la recerca que està descrita en aquestes pàgines té poc a veure amb la que es va plantejar a principi de curs. Inicialment, es pretenia estudiar el grau d'adquisició dels alumnes d'una característica conflictiva del model d'equilibri químic, com és la idea de simultaneïtat de reaccions oposades (Viennot, 2004). El fet que va motivar el canvi d'enfocament va ser que, un cop es va començar a dissenyar i implementar la pràctica de laboratori, el temps dedicat al propi disseny i a la reflexió sobre les dificultats que sorgien arrel de les sessions de treball, va esdevenir suficientment important com per no tenir-lo present dins del desenvolupament de la recerca. D'aquesta manera, es va buscar un paradigma d'investigació on la metodologia que s'estava començant a definir tingués una major coherència.

Després de la reflexió sobre la problemàtica que es pretén abordar i la bibliografia, es defineix la pregunta de recerca següent:

Quins són els principals canvis que s'han introduït i les dificultats sorgides en els refinaments progressius del disseny i les implementacions de la pràctica amb la voluntat de millorar la seva eficàcia?

La pregunta es concreta en els objectius de recerca descrits a continuació:

- Dissenyar una bona seqüència per a l'ensenyament i aprenentatge de l'equilibri químic en una sessió pràctica de laboratori de quatre hores per a alumnes de Batxillerat que sigui generalitzable a altres contextos educatius.
- Identificar les dificultats que han comportat les successives implementacions de la pràctica en relació a l'assoliment dels objectius tant generals com específics de cada pregunta i/o activitat.
- Posar de relleu els canvis que s'han anat introduint en cada edició de la pràctica i la seva relació amb les dificultats anteriors.
- Realitzar un seguiment de la qualitat de la pràctica en relació a la seva eficàcia i comparar-lo amb els canvis introduïts en cada cicle iteratiu per poder establir seva la idoneïtat.

4. METODOLOGIA

4.1. APROXIMACIÓ METODOLÒGICA

La metodologia del treball present està molt basada en un estudi que es va realitzar al CRECIM durant els anys 2007 i 2010 en el marc del projecte europeu Materials Science (Hernández, 2012). En aquesta recerca, un grup de dissenyadors format pels propis investigadors i per professors de secundària van desenvolupar i implementar una unitat didàctica sobre les propietats acústiques dels materials per a alumnes de 15 i 16 anys. Per tal d'avaluar i millorar la seva eficàcia es van dur a terme dos cicles d'iteració en els que es van identificar els aspectes problemàtics de la seqüència, els tipus de canvis introduïts i les raons crítiques que van motivar els canvis. Per a la recollida de dades es van aprofitar les respostes i aportacions dels alumnes recollides als exàmens i a les seves llibretes, els diaris dels professors encarregats de la implementació així com les seves notes de camp amb observacions a l'aula, informes dels investigadors després de cada observació d'aula i diferents notes informals d'entrevistes amb els docents.

Val a dir que, tot i que s'ha intentat desenvolupar una metodologia anàloga a la realitzada per Hernández, (2012) l'abast de la recerca present és molt menor i, per tant, s'han adaptat alguns aspectes. Com a característica més destacada, cal destacar que, en el treball present l'investigador – dissenyador i el professor encarregat de la implementació són la mateixa persona. Tot i així, per tal de guanyar objectivitat amb la detecció de les dificultats de la pràctica, s'ha volgut comptar amb les reflexions dels altres educadors i el professor acompanyant, tal i com s'explicarà a continuació.

4.2. OBJECTIUS DE LA PRÀCTICA

Una de les primeres tasques que es van dur a terme quan es va plantejar el redisseny de la pràctica va ser la definició dels seus objectius. Val a dir que, de la mateixa manera que la seqüenciació de continguts de la pràctica ha anat variant al llarg de les diferents implementacions, també els objectius han sofert modificacions per tal d'adaptar-se a les possibilitats reals i millorar els resultats obtinguts, tal i com es pot observar a la Taula 1. Així doncs, com a conseqüència de les diferències grans entre els objectius de la primera i la segona versió, es va dur a terme un canvi profund a nivell de plantejament global, tal i com queda recollit en l'apartat de resultats. En canvi, en la 2a i 3a versió els objectius són els mateixos ja que es va focalitzar l'esforç a optimitzar les activitats realitzades. En la 4a versió, finalment, s'han refinat els objectius per incloure la voluntat d'utilitzar eines TIC en el disseny de la pràctica.

Per acabar, cal destacar que el procediment de disseny de la seqüència pròpiament ha format del procés d'investigació i dels resultats obtinguts. Per aquest motiu, s'explicarà i es discutirà la seqüència final d'ensenyament – aprenentatge aplicada en la pràctica de laboratori en l'apartat de resultats.

Objectius

1a versió (18 de gener)	<p>(1.1.) Interpretar fenòmens de la vida quotidiana, com la cremor d'estómac, en els que intervenen àcids i bases en base al model de Brønsted i Lowry.</p> <p>(1.2.) Aplicar el model d'equilibri químic per explicar la "desaparició" de la cremor d'estómac.</p> <p>(1.3.) (<i>optatiu</i>) Aplicar els coneixements sobre l'equilibri químic, el pH i els àcids i les bases per fer una dissolució també.</p>
2a versió (8 de febrer) i 3a versió (27 de març)	<p>(2.1.) Utilitzar característiques del model d'equilibri químic per explicar i predir canvis de color en una reacció d'equilibri.</p> <p>(2.2.) Aprofundir en el concepte del dinamisme de l'equilibri químic, a partir d'analogies i aportacions de l'alumnat, per justificar els fets experimentals observats i la possibilitat de desplaçar l'equilibri en els dos sentits de la reacció (directa i inversa).</p> <p>(2.3.) Relacionar els conceptes adquirits sobre l'equilibri químic amb les reaccions àcid – base per localitzar i justificar exemples concrets d'equilibri en aquesta tipologia de reaccions.</p> <p>(2.4.) Quantificar la concentració de protons de diferents dissolucions mitjançant la mesura del pH per relacionar el seu valor amb aspectes adquirits del model d'equilibri químic dels àcids i les bases.</p> <p>(2.5.) Utilitzar el model d'equilibri químic per explicar de quina manera afecta l'absorció de CO₂ a l'equilibri àcid – base dels carbonats de l'aigua dels oceans i formular possibles accions per millorar millores equilibri químic implicat en els oceans.</p> <p>(2.6.) Relacionar els conceptes adquirits per interpretar de quina manera afecta l'emissió de carbonats a l'aigua per part dels peixos en l'equilibri àcid - base dels oceans.</p>
4a versió (no implementada)	<p>(4.1.) Mateix que (2.1.).</p> <p>(4.2.) Mateix que (2.2.).</p> <p>(4.3.) Mateix que (2.3.).</p> <p>(4.4.) Quantificar la concentració de protons de diferents dissolucions mitjançant la mesura del pH amb un equip de captació automàtica de dades per relacionar el seu valor amb aspectes adquirits del model d'equilibri químic dels àcids i les bases.</p> <p>(4.5.) Utilitzar correctament un entorn d'un laboratori virtual per adquirir informació sobre un sistema en equilibri i relacionar-la amb el model establert.</p>

(4.6.) Igual que (2.5.)

(4.7.) Igual que (2.6.)

(4.8.) Sintetitzar els conceptes adquirits durant la sessió utilitzant un programari de creació de mapes conceptuais

Taula 1: Objectius de les 4 versions de la pràctica

4.3. CONTEXT D'IMPLEMENTACIÓ I POBLACIÓ

Les sessions del projecte REVIR orientades a alumnes de 2n cicle de l'ESO i de Batxillerat acostumen a realitzar-se al matí als laboratoris de la facultat d'educació i a tenir una durada de 4h amb una pausa de 20-30 minuts al mig. Els professors de ciències de cada centre són els encarregats de sol·licitar les sessions pràctiques uns quants mesos d'antelació. Així doncs, a principi de curs ja es pot fer una previsió força acurada del nombre de vegades que es farà cada pràctica i les dates corresponents.

La pràctica dissenyada es va realitzar en el lloc de l'equivalent anterior, que tractava sobre tampons àcid – base com a aplicació de l'equilibri químic. En el curs 2011 – 2012 s'han realitzat 3 sol·licituds d'aquesta sessió i, per tant, s'han dut a terme 3 cicles iteratius per refinar-ne progressivament el seu disseny amb alumnes completament diferents en cada edició. Per tant, hi ha quatre versions de la mateixa pràctica.

Versió	Data d'implementació	Nombre d'alumnes	Comarca
1	18 de gener	25	Vallès Oriental
2	8 de febrer	21	Barcelonès
3	27 de març	11	Vallès Oriental
4	Versió no implementada		

Taula 2: Relació de les dates, nombre d'alumnes i comarca de procedència per a cada versió de la pràctica dissenyada.

En aquest sentit, no hi ha hagut una selecció de població ja que s'ha considerat que el fet de que els propis docents dels centres triïn les sessions que desitgen ja implica un component d'atzar suficient. Els alumnes només realitzen un cop cada pràctica i, per tant, són nous en cada edició. Aquest fet també s'ha utilitzat per considerar l'aleatorietat de la població suficient. A la Taula 2 es mostra una relació del nombre d'alumnes, la comarca de procedència i la data de realització per a cada versió de la pràctica. Entre tots els alumnes que han participat en aquestes tres implementacions de la pràctica i que constitueixen la població, no s'ha seleccionat cap mostra, ja que no ha estat necessari pel nombre total de participants.

La dinàmica de la classe està molt centrada en el treball autònom dels alumnes que es troben dividits en grups petits de treball de 2, 3 o 4 alumnes segons el nombre total de persones. Els mateixos estudiants són els que decideixen com s'agrupen per treballar fet que provoca que, tot i que estiguin més motivats, la heterogeneïtat entre diferents grups d'una mateixa classe pugui arribar a ser molt alta. En moments claus de l'evolució de les pràctiques es fan posades en comú dels resultats experimentals i de les conclusions a les que arriben els alumnes per tal de discutir els models que es van construint i igualar els diferents ritmes dels grups.

4.4. INSTRUMENT DE RECOLLIDA DE DADES

Per tal d'interferir el més mínim en el desenvolupament de la pràctica i tenint en compte que els alumnes que vénen a les sessions REVIR acostumen a venir amb el temps just per realitzar la pràctica i marxar aviat, es va dissenyar una recollida de dades que fos poc invasiva i molt senzilla. D'aquesta manera, es va decidir aprofitar les produccions que els alumnes havien de fer de manera normal com són les respostes dels guions de pràctiques i els mapes conceptuals finals dels grups de treball.

A més, com a responsable de la sessió pràctica, després de cada edició, escrivia una reflexió detallada de com havia anat la implementació tenint en compte els objectius de la seqüència i les característiques del disseny previ. Els comentaris sobre la sessió dels altres dos educadors i del professor que acompanyava als alumnes també s'han recollit per avaluar la millora de l'eficàcia.

Malgrat el que s'ha descrit, en la primera implementació no es van realitzar els mapes conceptuals ni es va demanar l'opinió del docent acompanyant, tal i com es mostra en la Taula 3. Aquest fet ha suposat una dificultat afegida a l'anàlisi dels canvis i l'avaluació de l'eficàcia. A més, tampoc no es va poder disposar dels mapes conceptuals de tots els grups de les altres dues implementacions, ja que no tots els alumnes van guardar els arxius en acabar l'activitat. Igualment, tot i haver demanat l'opinió del professor acompanyant dels alumnes de la tercera sessió per correu electrònic, aquest no va respondre i, per tant, no es va aconseguir la seva avaluació de la sessió. Per aquest motiu, no s'han considerat en l'anàlisi de dades ni els mapes conceptuals, ni les valoracions dels professors acompanyants de la primera i la tercera implementació de la pràctica. A la Taula 3 es detalla el tipus de dades recollides per a cada implementació de la pràctica.

Implementació	GP	RFI	RFM	RFP	MC
1a					
2a					
3a					

Taula 3: Relació del tipus de dades recollides per a cada implementació. GP (Guions de Pràctiques), RFI (Reflexions Finals de l'investigador), RFM (Reflexions Finals dels Educadors), RFP (Reflexions Finals del Professor) i MC (Mapes Concetuals)

4.5. PROCEDIMENT UTILITZAT PER A L'ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS

PROCEDIMENT PER L'ANÀLISI I CATEGORIZACIÓ DE LES DIFICULTATS

En el procés de refinament de la pràctica, previ a l'establiment de les modificacions que s'havien d'introduir i eren necessàries, es va reflexionar sobre les dificultats de cada edició tant a nivell de la redacció del propi guió de pràctiques com a nivell de la seqüenciació de continguts i la implementació. La detecció de les dificultats es va realitzar a partir de la comparació dels objectius generals de la sessió i dels objectius específics de cada apartat i pregunta del guió de pràctiques amb les respostes dels alumnes i les observacions realitzades per tots els educadors implicats en la implementació de la pràctica, és a dir, el professor acompanyant, l'educadora que liderava l'activitat així com de la resta d'educadors de suport (educadora 2 i educador 3). La diferència entre el que calia esperar, o s'havia planificat, i el que s'observava, o quedava recollit en els guions de pràctiques, es defineix i s'identifica com a dificultat. En aquest sentit, es pretén que l'anàlisi dels impediments tingui en compte tots els aspectes del procés de disseny i implementació d'un material educatiu.

Tot i que aquesta anàlisi va ser exhaustiva, val a dir que per facilitar el tractament posterior de les dades, per observar-ne la seva evolució s'han considerat totes les dificultats identificades, malgrat que en algunes ocasions no es corresponguessin amb cap canvi directament.

Per tal de facilitar l'ordre i la sistematització de tot el procés, en un arxiu tipus Excel, similar a la taula que es fa servir en l'article d'Hernández & Pintó,(n.d.), que es pot veure a continuació:

# version of the sequence		# evaluation			
Assignment/ Task (Booklet)	Aim of the task	Students' or teachers' needs or difficulties identified in each task	Problematic aspects of the sequence for each task	Changes introduced in each task	Driving forces
Assignment #					

Taula 4: Taula d'anàlisi dels canvis i les dificultats d'una seqüència extreta d'Hernández & Pintó,(n.d.)

En l'adaptació a aquest treball, s'ha realitzat algunes modificacions sobre la taula anterior, ja que s'ha considerat que, pels objectius del treball de recerca i la quantitat de dades obtingudes, no era necessària una graella tan extensa. Així doncs, s'ha considerat que les "necessitats o dificultats identificades en cada tasca" són molt semblants als "aspectes problemàtics de la seqüència per cada tasca" (veure Taula 4) i aquestes dues cel·les s'han fusionat en una de sola. A més, també s'ha considerat que les "forces motrius" que motivaven els canvis estaven directament relacionades amb la voluntat de solucionar les dificultats detectades i, per tant, aquest camp s'ha considerat redundant i no s'ha inclòs en la taula final utilitzada. Per acabar, per tal de millorar la visualització global i de la categorització, s'han inclòs dues columnes amb els codis de les dificultats i els canvis. A continuació es mostra l'aspecte final de la taula utilitzada per a l'anàlisi.

#	Pregunta/ tasca del guió de pràctiques.	Objectiu de la pregunt a/ tasca	Dificultat/ necessitat de l'estudiant o del professor identificada en la tasca	Codi tipus dificultat	Canvis introduïts en la tasca	Codi tipus canvi
1	...					

Taula 5: Aspecte final de la taula d'anàlisi per al treball de recerca present.

Posteriorment a l'adaptació de la graella, per cada versió implementada de la pràctica, es va completar una taula com la descrita, desgranant totes les dificultats detectades en cada activitat, en les posades en comú així com en cada pregunta del guió de pràctiques a partir de la comparació dels objectius respectius amb el resultat obtingut, les necessitats de l'estudiant o del professor identificada en la tasca.

Un cop finalitzades les 3 taules, es va procedir a categoritzar els impediments. La categorització es va dur a terme partint de la proposta d'Hernández & Pintó,(n.d.)i que es mostra a continuació (Taula 6):

Code	Description
DM	Related to Metacognition : Students do not identify the intended aim of a question / statement or do not challenge some of their own existing ideas although they are told to reflect on them critically
DI	Related to Images : Students do not interpret appropriately the meaning of a visual representation, picture or graph related to a concept or phenomenon
DC	Related to Concepts or Conceptual Models : Students do not use appropriately a conceptual model or do not attribute an appropriate meaning to a certain concept when predicting, interpreting or explaining phenomena
DE	Related to Experiments : Students do not control the variables, do not evaluate the limitations of an experiment when designing and planning it, do not interpret appropriately the magnitude or values of the measurements they take with an instrument or do not analyse adequately the experimental data they collect
DO	Related to Other Aspects : Students are not familiar with the procedures of a certain kind of assignment or do not give a written answer in their booklets

Taula 6: Categories de les dificultats segons Hernández & Pintó,(n.d.)

PROCEDIMENT PER A L'ANÀLISI I LA CATEGORIZACIÓ DELS CANVIS

De manera anàloga, es va procedir a identificar els canvis generats entre una versió de la pràctica i la següent a partir de la comparació entre l'estructura general i el guió de pràctiques de cada edició. Val a dir que la comparació entre la 3a i la 4a versió només s'ha dut a terme a nivell de guió de pràctiques, ja que aquesta darrera versió no ha estat implementada.. D'aquesta manera, es considera canvi totes aquelles diferències entre una edició de la pràctica i la següent. Les modificacions considerades fan referència tant al guió de pràctiques pròpiament, com al desenvolupament de la sessió de classe, la dinàmica de l'aula...

Val a dir que, igualment que en el cas anterior, els canvis entre la primera i la segona versió de la pràctica són molt difícils de descriure, ja que el nivell de profunditat que impliquen i

d'estructura global, són elevats. Per aquest motiu, el nombre de modificacions és menor del que caldria esperar i és possible que no reflecteix bé el canvi de rumb de la pràctica i les seves conseqüències.

Seguint el mateix procediment que en l'apartat anterior, un cop identificats els canvis generats, es va categoritzar-los a partir de la proposta d'Hernández & Pintó,(n.d.) que es troba descrita en la taula següent (Taula 7):

Code	Description
CQ	Reformulation of questions / statements of the sequence
CI	Re-elaboration of diagrams, graphs and images or introduction of additional visual representations and their meaning.
CC	Introduction of additional concepts and analogies or adaptation of the terminology.
CA	Addition or deletion of certain activities, re-elaboration of the approach of certain activities or modifications to the structure of the designed sequence (order of the activities).
CG	Addition of guidelines / specifications about how to do a task
CF	Modifications to editing format

Taula 7: Categories dels tipus de canvis introduïts en el procés de refinament d'una seqüència (Hernández & Pintó, in press)

COMPARACIÓ ENTRE DIFICULTATS I CANVIS

Finalment, mitjançant el programa de càlcul SPSS que facilita l'anàlisi quantitatiu de variables, es va analitzar les relacions entre els tipus de dificultats i canvis en el disseny de la pràctica. En aquest sentit, val la pena destacar que per aquesta anàlisi final només s'han tingut en compte aquelles dificultats que van implicar directament un canvi. És a dir, els impediments que, ja sigui perquè no depenien directament del disseny i la implementació, com el fet de que els alumnes fossin més o menys participatius, o perquè es van solucionar de manera indirecta amb un altre canvi, com per exemple l'eliminació d'un apartat, no s'han tingut en compte. Tot i així, en cas que una modificació explícitament s'hagi introduït per donar solució a dues dificultats diferents, es considerarà aquest canvi com a dues modificacions de la mateixa categoria i es procedirà de manera similar per a totes les relacions dificultats – canvis. Així, al final de la preparació per a l'anàlisi, totes les relacions dificultats – canvis acabin esdevenint 1 a 1.

Així doncs, amb la voluntat de poder establir millor quina ha estat l'evolució general de la pràctica, determinar les dificultats i els canvis que s'han anat introduït en cada edició de la pràctica, així com la seva relació i, d'aquesta manera, poder assolir els objectius de la recerca proposats anteriorment, s'ha realitzat l'anàlisi descrit.

4.6. METODOLOGIA EMPRADA EN L'AVALUACIÓ DE LA QUALITAT DE LA PRÀCTICA EN RELACIÓ A L'EFICÀCIA

Tal i com s'ha comentat en l'apartat de marc teòric, hi ha una varietat gran de criteris a l'hora d'avaluar la qualitat d'un material educatiu dissenyat. En aquest treball, s'ha triat realitzar

aquesta avaluació sota la perspectiva de l'eficàcia, ja que s'adapta molt millor al tipus de dades recollides.

L'eficàcia, doncs, es defineix com la virtut que té algun procés o algun objecte de produir l'efecte volgut¹. En el nostre cas, preteníem analitzar de quina manera els objectius de la pràctica es corresponen amb els resultats obtinguts, tal i com s'explica en l'apartat de bibliografia. Per tal de poder triangular correctament l'anàlisi, l'avaluació de l'eficàcia s'ha dut a terme des de tres perspectives diferents que s'exposen a continuació.

ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DELS TIPUS DE DIFICULTATS I DE CANVIS EN CADA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA.

L'anàlisi dels tipus de dificultats, així com de la seva prevalença s'ha descrit de manera exhaustiva a la pàgina 18 i següents. Tot i així, val la pena remarcar que en la identificació de les dificultats han col·laborat tots els educadors implicats en les implementacions, fet que confereix cert caire d'objectivitat a l'evolució dels diferents impediments al llarg de tot el procés de refinament.

ANÀLISI I COMPARACIÓ DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A UNA PREGUNTA DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES.

Prèviament a l'anàlisi de la pregunta sobre el model d'equilibri químic, es va seleccionar una qüestió de cada guió de pràctiques que posés de manifest les idees prèvies de l'alumnat i es va incloure en l'anàlisi global. Amb aquesta acció es pretenia poder detallar d'una millor manera, quina havia estat l'eficàcia de la proposta educativa esmentada i ser més realista a l'hora de parlar del nivell d'assoliment dels estudiants del model d'equilibri químic, tal i com s'ha explicat en la secció de metodologia. Malauradament, en la primera versió de la pràctica, no es va poder procedir de la manera descrita, ja que la pregunta relacionada amb els coneixements previs de l'alumnat es va plantejar de manera oral i no va quedar recollida per escrit.

Tot i que, inicialment, es pretenia incloure dues preguntes diferents, una més focalitzada en el model d'equilibri químic i l'altra més centrada en el submodel àcid – base, a més de la pregunta d'idees prèvies, finalment només es va incorporar la pregunta més centrada en el model d'equilibri químic com a conseqüència de les restriccions de temps i de les pròpies característiques de les dades. Malgrat això, la qüestió relacionada amb el model d'equilibri químic va ser seleccionada sense tenir en compte el tipus o qualitat de les respostes per tal de seguir un criteri de mínima objectivitat. A més, també es va procurar que la pregunta es trobés, en la mesura que fos possible, cap al final de la fase de construcció del model. Cal afegir que, per tal de minimitzar al màxim qualsevol possible influència externa, en la selecció de la pregunta d'anàlisi es van descartar aquelles qüestions immediatament posteriors a les posades en comú, ja que els alumnes acostumen a copiar el que es diu o s'escriu a la pissarra, així com es va procurar que totes les qüestions triades en cada edició de la pràctica fossin equivalents, en la mesura del possible.

Un cop finalitzada la tria, es va realitzar un buidat de totes les respostes dels alumnes corresponents en tres fulls de càlcul Excel, un per cada edició implementada de la pràctica, que

1

es poden trobar en els annexos 8.8, 8.9 i 8.10. Posteriorment, es van definir una sèrie d'indicadors inicials per tal de valorar i puntuar les respostes de l'alumnat. Aquests indicadors, es van descriure tenint en compte els objectius d'aprenentatge de les preguntes i de la pràctica global però, tal i com es pot deduir, els indicadors referents a la primera edició eren massa diferents i abstractes que els de resta d'edicions de la pràctica. Per tant, la comparació entre versions no es podia dur a terme de manera òptima. Així doncs, va ser necessari redefinir els criteris de valoració de les preguntes.

Per tal de facilitar l'anàlisi es va seleccionar del model d'equilibri químic descrit a les pàgines 4 i 5, aquelles afirmacions més rellevants o que es van tractar de manera directa durant la pràctica. D'aquesta manera, les afirmacions (1), (2), (3), (4), (5), (6), (7) i (15) es van definir com a indicadors totes les preguntes triades de manera que cada resposta obtinguda de cada alumne era puntuada amb un 1 o amb un 0 en funció de si l'indicador apareixia, o no. Per tant, cada resposta podia obtenir un màxim de 8 punts, un per a cada indicador triat. En alguns casos, va ser necessari tornar a triar una altra pregunta del guió de pràctiques que s'adaptés millor als objectius i buidar-ne les respostes en el full Excel. Aquest nou procediment, així com els nous indicadors van ser validats per una segona persona externa. Les preguntes finals triades es mostren en la Taula 8, que es troba a continuació:

Versió de la practica	Enunciat de la pregunta d'idees prèvies	Enunciat de la pregunta sobre equilibri químic
1a versió	<i>(No n'hi ha)</i>	En tots els casos, es pot considerar que la reacció del cromat - dicromat que has observat està en equilibri? Justifica la teva resposta.
2a versió	Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior. Què creus que volen dir els autors quan parlen d'equilibri químic i què pot tenir a veure amb els oceans?	Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?
3a versió	Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior i respon: Què és per a tu l'equilibri químic i quina relació creus que pot tenir amb els oceans i els peixos?	Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?

Taula 8: Enunciats de les preguntes seleccionades per a l'anàlisi de la qualitat de les versions implementades de la pràctica

Malgrat els esforços, tal i com es pot observar en la taula anterior, les preguntes de la primera versió continuen essent molt diferents de les de la segona i tercera edició. Aquesta característica és deguda, un cop més, als canvis profunds de replantejament que va sofrir el disseny de la pràctica entre la primera i la segona edició. Així doncs, caldrà tenir present la circumstància descrita per a la discussió posterior.

Un cop realitzades totes les modificacions, les graelles finals que es van fer servir per a l'anàlisi de les respostes es poden veure en la taula següent. Aquestes taules, es poden trobar completes en els annexos 8.11, 8.12 i 8.13.

#Alum.	Pregunta 1	Indicadors								Pregunta 9	Indicadors							
		1	2	3	4	5	6	7	15		1	2	3	4	5	6	7	15
Enunciat	Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior i respon: Què és per a tu l'equilibri químic i quina relació creus que pot tenir amb els oceans i els peixos?	-	-	-	-	-	-	-	-	Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?	-	-	-	-	-	-	-	
Objectius	Fer emergir els coneixements previs dels alumnes respecte el model d'equilibri químic i la seva relació amb el context.	-	-	-	-	-	-	-	-	Relacionar els fenòmens observats amb el model microscòpic de l'equilibri químic.	-	-	-	-	-	-	-	
1	Quan una reacció és reversible	0	0	0	0	0	0	0	0	Reaccionen les diferents molècules entre elles per formar productes o reactius.	1	1	0	0	0	0	0	

Taula 9: Aspecte final de la taula d'anàlisi de les respostes mitjançant indicadors.

Posteriorment a la puntuació de les respostes obtingudes, es va sumar la puntuació de cada indicador, tant de les preguntes de coneixements previs, com les de construcció del model d'equilibri químic i es va calcular el percentatge relatiu d'assoliment per cada alumne tot tenint en compte el nombre total d'estudiants per pràctica. Finalment, per tal de facilitar la visualització dels resultats i l'evolució de la pràctica, s'han elaborat dues gràfiques que mostren el percentatge d'assoliment de cada indicador. Malgrat l'anàlisi realitzada, en les gràfiques següents només es mostren els resultats obtinguts en els indicadors de la segona i tercera versió, ja que són les dues edicions totalment comparables i de les que es pot extreure conclusions més directes. A més, malauradament cap alumne va respondre la pregunta relacionada amb el model d'equilibri químic de la primera versió, fet que impedeix extreure conclusions plausibles.

ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DE LES REFLEXIONS DELS EDUCADORS IMPLICATS

En aquesta part es tindrà en compte el contingut de les reflexions i el seu canvi al llarg de les tres iteracions de manera qualitativa, és a dir, sense categoritzar. Tot i que, estrictament, aquest darrer punt no correspon a una avaluació de la qualitat en funció de l'eficàcia, s'ha volgut mantenir per tal de poder triangular els altres resultats de l'anàlisi de la qualitat de la pràctica i així atorgar un criteri de més objectivitat a la valoració.

Un cop realitzada l'anàlisi de l'eficàcia, tal i com estipulen els objectius de la recerca, es reflexionarà al voltant de la idoneïtat de la metodologia emprada tenint en compte les característiques dels grups que han assistit a les implementacions de la pràctica, així com del tipus de dades de què es disposa. D'aquesta manera, es pretén establir un procediment d'anàlisi generalitzable per a altres materials o situacions educatives similars.

4.7. VALIDESA DE L'ESTUDI

Tant la categorització de dificultats i canvis, com l'avaluació de l'eficàcia han estat validades amb una altra investigadora independent, per tal de triangular la interpretació de les dades i el desenvolupament de la metodologia. D'aquesta manera es pretén garantir al màxim la robustesa de l'anàlisi final, és a dir, l'obtenció de les qualitats i característiques suficients per a complir els objectius marcats.

5. RESULTATS

5.1. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS

ESTABLIMENT I CATEGORIZACIÓ DE LES DIFICULTATS

Una de les primeres troballes a l'hora d'iniciar la categorització de les dificultats, va ser constatar que els codis establerts per Hernández & Pintó,(n.d.), malgrat haver estat creats en un context similar i amb un nombre de dades molt superior, no encaixaven bé amb el tipus de dificultats detectades en la pràctica de laboratori dissenyada. Els motius d'aquestes diferències, principalment, eren deguts a que les categories de la Taula 6 no tenien en compte dificultats a un nivell més profund, com és a nivell d'objectius, de seqüenciació o de temporització és a dir, relacionades amb el disseny o el/la dissenyador/a, sinó que estaven centrades en els problemes dels estudiants de la implementació. Així doncs, es va modificar alguna definició, per introduir matisos i adaptar-les als casos reals trobats, es va canviar el nom, es va eliminar alguna categoria que va aparèixer molt poc al llarg de les tres implementacions o introduir-ne de noves, per tal de que les categories finals representessin la totalitat de dificultats detectades al llarg de totes les implementacions de la pràctica.

Les modificacions de Taula 6 es van dur de manera iterativa fins que el total de categories final fos prou reduït com per permetre una tasca de categorització fàcil i la definició en conjunt de totes elles cobris la integritat de les dificultats detectades, tal i com s'ha esmentat en el paràgraf anterior. Val a dir, que en la mesura del possible, es van intentar respectar els codis establerts per Hernández & Pintó,(n.d.) per tal de mantenir una certa coherència entre els dos treballs.

A la Taula 10 es mostra la graella de categories final, en la que s'ha inclòs un exemple per il·lustrar les definicions. Cal afegir que, tal i com es pot observar en aquesta mateixa graella, les categories de dificultats detectades en la implementació de la pràctica han estat classificades en categories superiors que intenten posar de manifest el subjecte al qual fan referència. En aquest sentit, les dues *super-categories* (DAI i DGP) conformen una petita xarxa sistèmica que intenta esdevenir global per recollir totes les possibles dificultats sorgides en una implementació d'un material didàctic dissenyat. Per acabar, val a dir que tot el procés de refinament i adaptació de la taula Hernández & Pintó,(n.d.) ha estat supervisat, aprovat i validat individualment amb un altre investigador independent.

Codi	Descripció	Exemple	Codi	Descripció	Exemple
DAI	Dificultats individuals o personals de l'alumnat	"Tot i que els títols de les reaccions estaven escrits en les diapositives corresponents, als alumnes no els quedava prou clar de quina reacció s'estava parlant ni com s'aconseguia desplaçar l'equilibri.	DM	Dificultats relacionades amb les demandes cognitives : Els estudiants no posen en dubte les seves idees existents malgrat que se'ls convida a reflexionar-hi críticament, o no saben extreure la informació més important d'un fragment, no identifiquen el propòsit d'un enunciat d'una pregunta o d'una activitat.	"Al principi anaven una mica perduts perquè no sabien en què s'havien de fixar de l'experiment anterior per respondre la pregunta."
		En els dos casos calia tornar a escriure a mà l'equació de la reacció per aclarir-ho."	DC	Dificultats relacionades amb conceptes o models conceptuais : Els alumnes no utilitzen correctament un model, no atribueixen correctament el significat a un concepte concret a l'hora de predir, interpretar o explicar un determinar fenomen.	"Els alumnes confonen la cinètica i la termodinàmica d'una reacció, és a dir, la velocitat amb la que succeeix una reacció amb el fet de que estigui, o no, en equilibri."
			DE	Dificultats relacionades amb els experiments : Els alumnes no controlen les variables, no avaluen correctament les limitacions d'un experiment a l'hora de dissenyar-lo i no interpreten o analitzen correctament la magnitud o els valors de les mesures preses. Els alumnes tenen impediments pràctics alhora d'utilitzar els instruments per prendre dades.	"En l'analogia de la U es va fer servir ataronjat de metil i la difusió de les molècules no es veu gaire bé."
DP	Dificultats que fan referència específicament als guions de pràctiques: planificació	"El guió de pràctiques està massa carregat de contingut i de preguntes."	DObj	Dificultats relacionades amb els objectius : Els objectius, ja siguin a nivell general, d'una activitat concreta, del context o de la metodologia en particular, no estan ben formulats o no s'assoleixen.	"La pregunta de recerca general de la pràctica no era gaire coherent amb els seus objectius."

	DS	Dificultats relacionades amb la seqüenciació : L'ordre dels continguts no ajuda als alumnes a construir el model ja sigui perquè és massa exigent, les activitats i preguntes es fan repetitives i es carrega de contingut extra, o hi ha salts conceptuals massa grans (i els alumnes no segueixen). Les activitats, l'ús d'una eina o les experiències no s'ajusten a les necessitats del moment del cicle de l'aprenentatge.	"La pregunta és banal i no aporta molt a la construcció del model d'equilibri químic i, en canvi, fa més pesat el guió de pràctiques."
	DP	Dificultats relacionades amb la redacció dels enunciats : manca el rigor, no s'entenen els enunciats de les preguntes o les instruccions dels experiments, o no són suficients perquè els estudiants puguin realitzar l'experiment.	"Manca precisió en l'enunciat de les reaccions que es duen a terme. No s'acaba d'entendre bé el terme "en general."
	DT	Dificultats relacionades amb la temporització : El temps real és insuficient o massa escàs per realitzar totes les activitats planificades ja sigui per l'extensió de l'activitat pròpiament o perquè els alumnes estan cansats l'activitat, o el ritme de les activitats i les explicacions és inadequat (massa ràpid o massa lent) perquè els alumnes segueixin la pràctica correctament.	"No es va fer la posada en comú perquè quedava poc temps."
Dø	Dø	Dificultats que atenen a altres motius (gestió de l'aula, disposició dels alumnes, característiques pròpies del grup - classe, heterogeneïtat...), de les imatges, o que és impossible d'interpretar quina és la seva causa.	"Resposta en blanc de l'alumne a una pregunta."

Taula 10: Aspecte final de la taula de categories de les dificultats detectades.

ESTABLIMENT I CATEGORIZACIÓ DELS CANVIS

De nou, els tipus de categories de canvis recollits a la Taula 7, a partir dels quals es va iniciar la categorització, assumeixen que no hi haurà modificacions a un nivell profund, és a dir, que els objectius, el context i els conceptes clau de totes les versions sempre seran els mateixos, de la mateixa manera que tampoc no es considera el fet de que es pugui de treure contingut de la seqüència (veure categoria CC). Com a conseqüència, doncs, algunes de les modificacions introduïdes entre les diferents versions de la pràctica dissenyada no encaixen bé en cap definició de les categories anteriors. Per tant, la Taula 7 s'adapta i es refina fins que s'obtenen un nombre de categories final prou reduït i que representa la totalitat de canvis realitzats (Taula 11) De la mateixa manera que en la categorització de les dificultats, aquest procés està consensuat i validat per un altre investigador independent.

Per acabar, cal afegir que en la versió final de les categories de canvis, es pot observar que, de manera general, s'ha intentat respectar bastant les categories inicials recollides a la Taula 7, tot i que també algunes definicions han estat modificades. Les diferències entre la proposta d'Hernández & Pintó,(n.d.) i la Taula 11 són, de nou, causades pel fet de tenir en compte aspectes del dissenyador en si i del procés de creació de la pràctica.

Codi	Descripció	Exemple
CQ	Canvis que impliquen una reformulació, eliminació, introducció o edició del format de preguntes o qüestions .	"S'elimina la pregunta de classificació de les substàncies en àcides, bàsiques i neutres."
CI	Canvis que afecten a la reelaboració de diagrames, gràfiques i/o imatges , així com la introducció o eliminació de representacions visuals i el seu significat.	"S'afegeixen noves diapositives a la presentació d'Scrapbook perquè els alumnes escriguin els seus resultats i augmentar-ne la interacció."
CC	Canvis que afecten a la introducció, eliminació o adaptació d' analogies, conceptes addicionals i terminologia ja sigui en el guió de pràctiques com a les posades en comú per part de l'educador.	"S'evitarà utilitzar el protó. En comptes s'utilitzarà catió hidrogen."
CA	Canvis que afecten a l'addició, eliminació o enfocament de certes activitats i modificacions de l' estructura global de la seqüència dissenyada (ordre de les activitats i els continguts).	"Canvi de seqüència: es comença directament parlant de l'equilibri químic com a concepte general a partir de desplaçar dues reaccions i, a mesura que s'avança la seqüència, les activitats seran més senzilles. "
CG	Canvis que impliquen una addició, eliminació, reformulació o edició del format de guies, enunciats o especificacions sobre com s'ha de fer una tasca, sobre l'esquema global de la pràctica o altres informacions de la mateixa ja siguin orals o al guió de pràctiques.	"Eliminació dels apunts teòrics del guió de pràctiques i de la seva explicació a l'inici. (Es donen per assumits pel nivell dels alumnes)"

CObj	Canvis que afecten als objectius i el context de la pràctica.	"Modificació dels objectius: s'atorga més pes a construcció del model d'equilibri químic."
CT	Canvis que afecten a la temporització de la pràctica ja sigui en les activitats concretes com en el ritme i la durada de les posades en comú. Introducció o eliminació de pauses entre activitats.	"Baixar el ritme de les explicacions i realitzar més pauses."
Cø	Altres tipus de canvis: Relacionats amb la dinàmica de la classe i les característiques pràctiques organitzatives.	"Si tornen a venir alumnes de cursos diferents, millor grups barrejats."

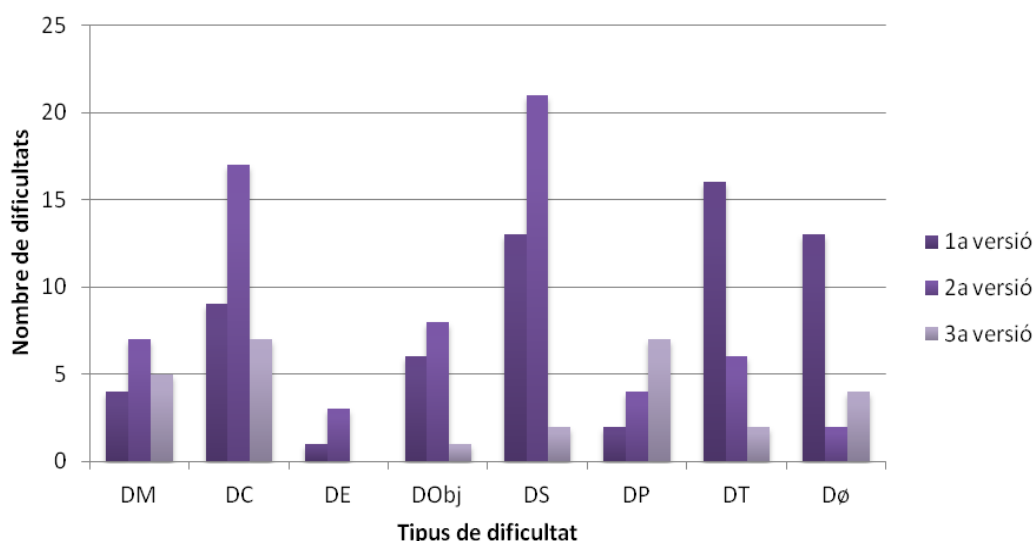
Taula 11: Codis i descripció de les categories dels diferents canvis introduïts en el refinament de la pràctica.

5.2. EVOLUCIÓ I RELACIÓ DE LES CATEGORIES DE DIFICULTATS I CANVIS

EVOLUCIÓ DE LES CATEGORIES DE DIFICULTATS I CANVIS AL LLARG DE LES DIFERENTS VERSIONS

Un cop realitzada la categorització de totes les dificultats identificades i els canvis introduïts, es va realitzar un seguiment de l'evolució d'aquestes categories al llarg de totes les versions de la pràctica dissenyada. En els annexos 8.8, 8.9 i 8.10 es pot trobar el detall d'aquesta anàlisi i es pot observar que, a mesura que la pràctica és refinada, el tipus de canvis introduïts i de dificultats detectades, varia. Aquest fet, per ell mateix és un bon indicador de que hi ha hagut una evolució del material dissenyat i permet esbossar algunes guies i recomanacions respecte el procediment del disseny de material educatiu.

Tipus de dificultats detectades en cada versió implementada de la pràctica



Gràfica 1: Evolució del tipus de dificultats detectades en cada implementació de la pràctica.

A la Gràfica 1, mostrada en la pàgina anterior, es recull l'evolució de les categories de dificultats al llarg de les versions implementades de la pràctica i permet visualitzar millor les característiques esmentades en el paràgraf previ. Tot i que, *a priori*, caldria esperar que tant el nombre de dificultats totals disminuís a mesura que evoluciona el disseny de la pràctica, la realitat és ben diferent, tal i com es pot observar tant a la Gràfica 1. En aquest sentit, el nombre total de dificultats detectades en la primera edició de la pràctica, 64, és molt semblant respecte al nombre total de la segona, que és 68. En canvi, el nombre total de dificultats detectades en la tercera edició, 28, és molt inferior que en les altres dues. De nou, una explicació d'aquest fenomen és el canvi radical de seqüència que es va dur a terme entre la primera i la segona versió.

Malgrat l'observació anterior, cal destacar el fet que el tipus d'impediment en cada edició varia lleugerament. A partir de l'evolució de les categories de dificultats de cada implementació es poden esbossar i diferenciar tres etapes característiques i generals del procés de disseny i refinament d'una seqüència d'ensenyament – aprenentatge:

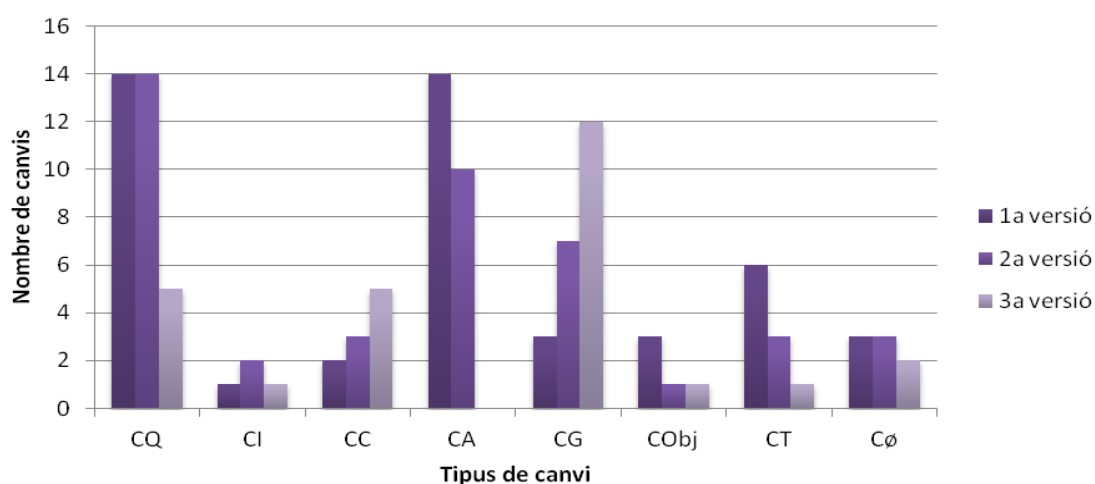
- Primera etapa: En la primera versió de la pràctica les dificultats es van concentrar principalment en la seqüenciació dels continguts, en la temporització i en d'altres factors no atribuïbles a cap causa, així com el fet de que els alumnes deixessin moltes preguntes sense resposta. A més, aquestes dificultats fan referència específicament al dissenyador i, per tant, posen de manifest la importància d'una certa satisfacció personal respecte al disseny, prèvia a la implementació del material dissenyat amb alumnes. Aquesta primera fase del disseny, doncs, està estretament vinculada a les concepcions i les creences sobre el contingut del propi dissenyador, en aquest cas el model d'equilibri químic i el submodel àcid – base, i en general de la seva visió de la ciència i la seva relació amb el món.
- Segona etapa: Una conseqüència immediata de la insatisfacció amb els resultats de la pràctica i del seu disseny pròpiament, va ser el canvi radical de la seqüenciació de continguts i, fins i tot, d'alguns conceptes clau, tal i com es pot apreciar en els annexos 8.1 i 8.2. En la segona versió implementada (annex 8.2), el nombre total de dificultats va augmentar lleugerament, tal i com s'ha comentat anteriorment, però es va concentrar, sobretot, en impediments referents a la seqüenciació, tot i que també van adquirir un cert protagonisme aquells impediments que fan referència als conceptes o models conceptuals. En la segona edició, el producte dissenyat començava a satisfer els requeriments personals del dissenyador i, per tant, el focus d'atenció es començava a desplaçar cap a les necessitats reals dels alumnes a l'hora de construir els models proposats. Per tant, la segona etapa del disseny i refinament de seqüències estaria caracteritzada per la voluntat de superar les dificultats conceptuals relacionades amb la interacció seqüència – alumnes i el refinament de la seqüenciació de continguts, un cop han estat establerts uns objectius sòlids.
- Tercera etapa: Els tipus de dificultats relacionades amb la tercera versió són molt més homogenis a l'hora que el nombre total d'impediments disminueix considerablement. En aquest sentit, en relació amb el conjunt total prenen una mica més de protagonisme

nous tipus de dificultats, com són les relacionades amb la redacció d'enunciats o les demandes cognitives dels alumnes. És a dir, s'observa una tendència incipient a la disminució i desaparició d'aquelles dificultats més vinculades amb un nivell de disseny més profund, com són la seqüenciació de continguts, l'establiment dels objectius, la temporització... Per tant, una tercera fase del disseny estaria caracteritzada per l'estabilitat global del material creat a nivell d'objectius i seqüència general, i pel perfeccionament dels detalls del material dissenyat a nivell de format i de la relació dels alumnes amb el model conceptual triat.

Malauradament, en el curs 2011 – 2012 no va ser possible implementar un quart cop la seqüència, per tal d'observar i continuar avaluant l'evolució de les dificultats i els canvis. Una de les situacions que caldria esperar és que, en una quarta etapa de refinament, el nombre de modificacions continués disminuint fins a esdevenir pràcticament zero i que el tipus de dificultats detectades cada cop fossin més superficials, com les relacionades amb la redacció d'enunciats i el format. Tot i així, caldrà esperar al curs 2012 – 2013 per poder comprovar si aquestes prediccions es compleixen o, per contra, es detecten noves situacions. Personalment, crec que, òptimament, són necessàries dues implementacions més per complementar les dades que s'han anat mostrant i aquesta situació em provoca una certa insatisfacció per no haver pogut acabar correctament el treball necessari com a conseqüència de les restriccions de temps disponible.

Per acabar, cal afegir que el procés descrit en els paràgrafs anteriors pot esdevenir més o menys inconscient per part del subjecte que dissenya un material educatiu, com ha estat el cas. Tot i que caldria complementar l'anàlisi anterior amb les descripcions d'altres processos de disseny i refinament de material educatiu, el seguiment de l'evolució de les categories de dificultats i canvis (Taula 7: **Categories dels tipus de canvis introduïts en el procés de refinament**

Tipus de modificacions introduïdes a cada versió implementada de la pràctica



Gràfica 2: Evolució dels tipus de modificacions introduïdes en cada versió implementada de la pràctica.

d'una seqüència (Hernández & Pintó, in press)) aporta una perspectiva general força acurada del mateix.

En la Gràfica 2 es recull l'evolució dels canvis introduïts al llarg de totes les versions implementades de la pràctica. De la manera anàloga al cas anterior, el nombre total de modificacions introduïdes en la primera edició, 46, és molt similar al nombre total introduïdes en la segona edició, 43, i, en canvi, el nombre total de canvis de la tercera edició, 27, és molt inferior respecte les dues anteriors. En aquest sentit, també cal destacar que, en conjunt, el nombre total de canvis en cada versió és inferior al nombre de dificultats identificades en la mateixa, fet que posa de manifest que no totes les modificacions tenen relació directa amb algun impediment i que, en alguns casos, un mateix canvi pretenia donar resposta a diferents dificultats identificades, fins i tot de manera indirecta.

L'anàlisi de l'evolució dels canvis complementa les reflexions descrites en els paràgrafs anteriors. Així doncs, en la primera edició de la pràctica els canvis introduïts principalment fan referència a les preguntes o qüestions del guió de pràctiques, modificacions en les activitats i en la seqüència global de continguts, conseqüència directa del canvi d'enfocament profund que s'ha descrit anteriorment. Tot i així, és important tornar a recordar la dificultat que va suposar la descripció de les variacions introduïdes en la primera seqüència, i que, probablement, les observacions recollides en l'annex 8.9 no reflecteixi bé aquesta diferència tan gran entre les dues versions primeres.

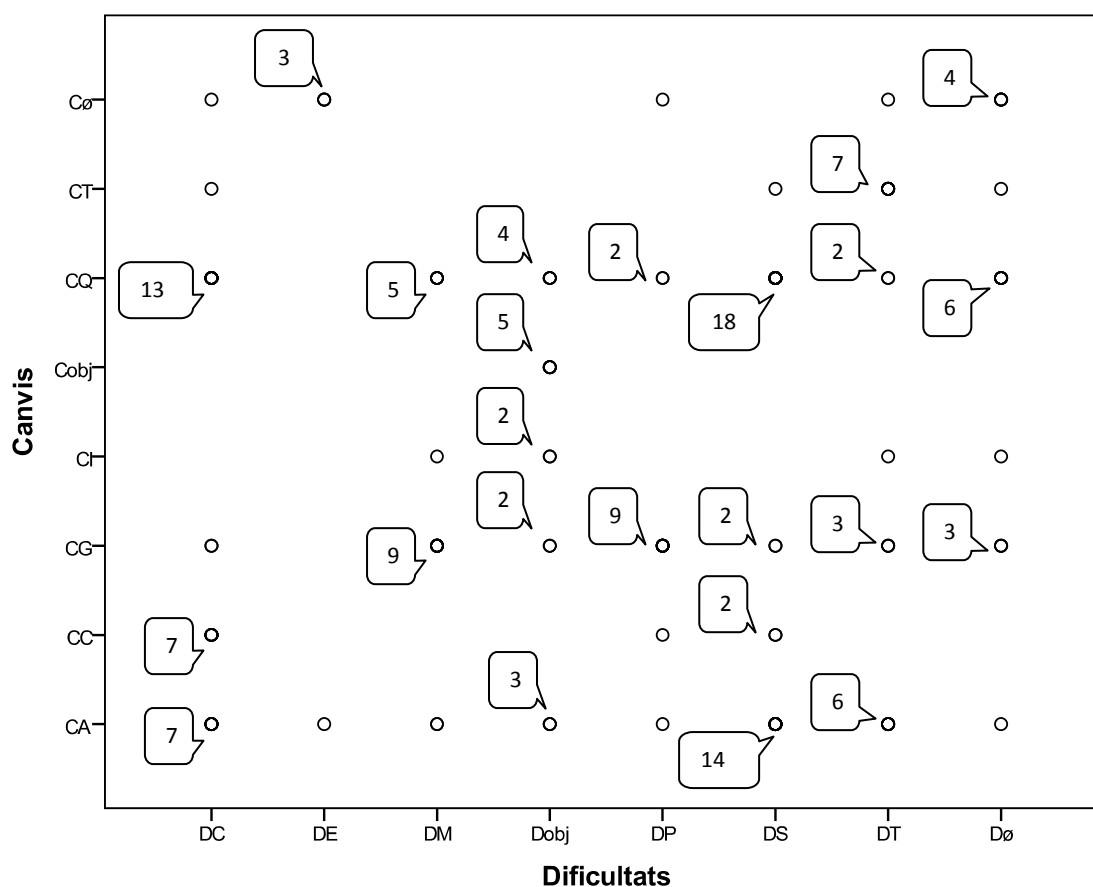
Curiosament, entre la segona i tercera versió, els tipus de canvis predominants són els mateixos, tot i que disminueixen els canvis relacionats amb la temporització i, en canvi, augmenten lleugerament els que fan referència als enunciats del guió de pràctiques. Finalment, en la tercera edició, les modificacions introduïdes principalment fan referència precisament a les guies, especificacions o enunciats sobre com fer una tasca i, el fet que en conjunt, el nombre total de canvis introduïts en aquesta versió disminueixi respecte les dues anteriors, també és coherent amb l'augment de satisfacció del disseny i l'assoliment dels objectius d'aprenentatge proposats.

Així com el seguiment de les dificultats al llarg del procés de refinament de la pràctica ha permès establir amb claredat les seves fases per poder generalitzar-lo, és cert que l'anàlisi de les modificacions introduïdes no ofereix tanta riquesa a nivell interpretatiu. Aquesta situació segurament estarà condicionada per la pròpia definició de les categories tant dels canvis com de les dificultats i pel fet que les categories de canvis són les que més respecten la categorització inicial proposada per Hernández & Pintó,(n.d.) que en cap cas va ser pensada amb aquesta finalitat. Així doncs, tot i complementar els resultats obtinguts en l'anàlisi de les dificultats, caldria reformular o readaptar les categories de canvis presentades en la Taula 11 per tal de que poguessin servir per analitzar l'estat de refinament d'una seqüència d'ensenyament – aprenentatge de manera independent.

RELACIÓ ENTRE LES CATEGORIES DE DIFICULTATS I DE CANVIS

En aquest subapartat s'ha volgut realitzar un pas més en l'anàlisi i interpretació i intentar posar de manifest les relacions entre les categories de dificultats en conjunt. A la Gràfica 3 es

mostren aquestes relacions i s'especifiquen el nombre de coincidències entre aquestes categories.



Gràfica 3: Relacions entre les categories de dificultats i canvis de totes en conjunt.

Tal i com es pot veure en la gràfica anterior, a nivell global, la majoria de dificultats detectades han estat a nivell de seqüenciació de continguts, que s'han solucionat a partir de la modificació de les activitats i les qüestions i, per altra banda, a nivell de conceptes o models conceptuals, que s'han solucionat principalment amb modificacions en els enunciats de les preguntes. Aquests resultats, tot i que no aporten nova informació sobre el procés de canvi que ha sofert el disseny de la pràctica, són coherents amb la resta de resultats i observacions realitzades anteriorment.

5.3. EVOLUCIÓ DE LA SEQÜÈNCIA

Fins aquest moment, s'ha comentat àmpliament quines dificultats s'han identificat i així com els canvis que ha sofert la pràctica dissenyada. L'evolució gran que ha experimentat la pràctica al llarg dels 4 dissenys successius és ben evident, tal i com es pot observar en l'anàlisi recollida en els paràgrafs anteriors i els annexos 8.1., 8.2., 8.3. i 8.4. A continuació es detallarà quin ha estat el procés realitzat en la tria del contingut i la seqüenciació del mateix per tal de justificar el resultat final, recollit en l'annex 8.4.

El primer repte per apropar els models d'equilibri químic i d'àcid – base als alumnes va ser trobar un context adequat i proper. De la mateixa manera, a l'hora de plantejar la seqüenciació de continguts de la primera versió, es va considerar que per a construir el model d'equilibri químic era millor partir del model d'àcid – base, ja que era quelcom més concret i proper als alumnes. És a dir, el primer model, al tractar-se d'una generalització i abstracció del segon, era més convenient que aparegués més tard en la seqüència. Per aquest motiu, es va triar un context, com el de l'acidesa estomacal, més centrat en el model àcid – base que permetés, alhora, poder construir el model d'equilibri químic posteriorment, tal i com es recull en l'annex 8.1.

En la primera implementació, contràriament al que calia esperar, en els guions de pràctiques dels alumnes recollits al final de la sessió, van quedar recollides molt poques referències al model d'equilibri químic, fins i tot en aquelles preguntes en les que es demanava explícitament una interpretació en base al model esmentat. En canvi, la relació amb el model d'àcid – base era més que evident. D'aquesta situació es pot concloure que els alumnes van interioritzar el model àcid - base, que era més senzill i proper al que havien estudiat a classe, i, en canvi, el model d'equilibri químic va passar desapercebut. Un dels possibles factors causants de la situació descrita podria haver estat el cansament progressiu dels estudiants al llarg de les 4 hores. En aquest sentit, els alumnes van estar molt més atents al que s'esdevenia en les dues primeres hores que en la resta de temps i, per tant, en futures versions de la pràctica, calia aprofitar aquest interval de temps per tractar els models o realitzar les activitats que impliquin una demanda cognitiva superior.

Les següents versions de la pràctica van ser redissenades, tal i com s'ha anat comentant anteriorment, intentant treure partit al màxim els primers moments de l'activitat, ja que eren aquells en els que els estudiants estaven més atents. Aquesta mesura, cal reconèixer-ho, va permetre una millora evident dels resultats, que van començar a ajustar-se als objectius marcats inicialment. Així doncs, tal i com es pot observar en els annexos 8.1. i 8.2., la pràctica sobre equilibri químic experimenta canvis profunds entre la primera i la segona versió tant a nivell de seqüenciació global, com a nivell de context i d'activitats concretes, fet que ha complicat la identificació i categorització dels canvis i les dificultats respecte les altres versions. De la mateixa manera, cal destacar l'esforç dedicat a trobar un nou context que respongués a les noves necessitats i que finalment es va concretar en la variació del pH de l'aigua dels oceans causada pel desplaçament d'un sistema en equilibri químic (el sistema àcid carbònic – hidrogenarbonat – carbonat) amb l'absorció del CO_2 atmosfèric i els problemes ambientals que es poden derivar en els organismes vius. En aquest nou context, les reaccions àcid – base es tractaven posteriorment com un cas concret del model d'equilibri químic.

A nivell de valoració global, l'opinió dels educadors i dels professors, les respostes recollides en els dossiers de pràctiques dels alumnes, així com el tipus de dificultats detectades, suggereixen una millora progressiva del material dissenyat, accentuada, sobretot, entre la primera i la segona versió. Així doncs, tenint en compte que l'èxit esmentat rau principalment en la l'aparició aviat del model d'equilibri químic en la seqüenciació, els resultats apunten a que cal realitzar una revisió i adaptació del procés de disseny que es detalla en l'apartat de bibliografia quan es tracta de dissenyar una sessió pràctica de laboratori de llargada considerable. En

aquest sentit, el temps dedicat a les activitats d'exploració ha de ser molt breu i cal enfocar ben aviat els continguts a tractar, que han de ser concrets i assumibles en l'espai de temps destinat a l'activitat.

També cal destacar, en relació a la interpretació de les avantatges de la pràctica dissenyada, la importància de dissenyar una seqüència d'experiències i tasques successives que permeti als alumnes anar revisant de manera iterativa el propi model construït de manera iterativa. Per exemple, en la pràctica que es descriu en el treball present, es va realitzar un esforç, en el disseny de la tercera versió de la pràctica, per detectar i optimitzar aquelles experiències i activitats fonamentals en la construcció del model d'equilibri químic i el d'àcid – base i deixar de banda les que eren més anecdòtiques, tot i que fossin populars. Per aquest motiu, es va eliminar la part de la determinació del pH de diferents substàncies quotidianes, entre d'altres (veure annex 8.3.).

Finalment, en l'annex 8.4. es recull la darrera versió de la pràctica, que s'espera implementar en el proper curs 2012 – 2013. Els canvis en aquesta 4a edició són més superficials respecte les altres edicions, tal i com s'explicarà en l'apartat següent, tot i que també s'ha seguit amb la voluntat d'optimitzar les experiències utilitzades en la construcció dels models.

5.4. LA SEQÜENCIACIÓ DE CONTINGUTS FINAL

Amb la voluntat de que el treball present pugui esdevenir un punt de suport per als docents i/o dissenyadors que pretenguin crear i implementar algun material educatiu al voltant d'aquests models, és necessari presentar quin ha estat el procés de selecció del contingut del model general en base al nivell de demanda cognitiva implicat, així com quina és la seqüenciació final. D'aquesta manera, l'apartat que segueix a continuació, pretén clarificar i mostrar aquest procés.

ELS MODELS D'EQUILIBRI QUÍMIC I D'ÀCID – BASE AL DETALL

Tot i que en l'apartat del marc teòric ja s'ha explicat de manera concisa en què consisteixen aquests models, per tal d'analitzar el tipus de demandes cognitives que impliquen, és necessari tornar a descriure'ls però de manera més detallada. Aquesta nova aproximació, pretén tornar a mostrar aquests models desglossats per fases o estaments, talment com si cada afirmació fos un “pas de rosca” més respecte l'anterior. Posteriorment, s'analitzarà el grau de demanda cognitiva que implica cada afirmació descrita. Aquesta divisió també servirà com a referència en l'avaluació de l'eficàcia i pretén ser una ajuda per al/la lector/a en les anàlisis posteriors.

Cal destacar que les afirmacions que es mostren a continuació també són una selecció d'un model més general i complet per tant, és possible que algun/a lector/a en trobi a faltar alguna. La tria de contingut s'ha realitzat en funció del que és considerat necessari pels currículums oficials de Secundària i Batxillerat, i per poder explicar correctament els fenòmens observats a la pràctica.

Així doncs, el model d'equilibri químic, des del punt de vista cinètic, i el model d'àcid – base segons la teoria de Brønsted i Lowry desglossats per estaments són els següents:

(1) La perspectiva cinètica del model d'equilibri químic es basa en el Model cineticomolecular aplicat a les reaccions químiques:

(1.1) La matèria està feta a base de partícules (àtoms i molècules).

(1.2) Les partícules estan més o menys compactades (nivell microscòpic).

(1.3) El nivell de compactació de les partícules es relaciona amb l'estat físic de la substància (nivell macroscòpic).

(1.4) Les partícules es troben en moviment i

(1.5) Les partícules, doncs, tenen una energia cinètica associada.

(1.6) El valor mitjà de l'energia cinètica de totes les partícules (propietat microscòpica) es relaciona directament amb la temperatura (propietat macroscòpica).

(1.7) Les partícules, al trobar-se en moviment i coincidir en l'espai, xoquen. Aquest fenomen es dona contínuament.

(1.8) Una energia i orientació de col·lisió determinades permeten trencar enllaços intramoleculars i formar-ne de nous. Aquest fenomen s'anomena xoc eficaç.

(1.9) Quan es trenquen enllaços d'unes partícules inicials i es formen nous enllaços que donen lloc a noves partícules es parla de que hi ha hagut reacció química. A les partícules inicials se les anomena "reactius" i a les partícules finals "productes".

(1.10) La rapidesa en que es produeix aquest canvi es pot calcular i s'anomena velocitat de reacció.

(2) L'equilibri químic només es pot dur a terme en reaccions reversibles: les partícules de reactius xoquen entre elles per donar productes i les partícules de productes xoquen entre ells per donar reactius.

(3) Per tant, quan es parla de reaccions reversibles en realitat es fa referència a la coexistència de dues reaccions (de reactius a productes i de productes a reactius) que són oposades i simultànies en el temps.

(4) La reacció de reactius a productes s'anomena reacció directa i la reacció de productes a reactius s'anomena reacció inversa.

(5) A l'equilibri, la velocitat de la reacció directa i la inversa és la mateixa. És a dir, el nombre d'enllaços que es trenquen per unitat de temps és igual al nombre d'enllaços que es formen per unitat de temps.

(6) Per aquest motiu, les concentracions dels reactius i de productes, i la resta de propietats macroscòpiques, es mantenen constants en el temps però les reaccions directa i inversa del món microscòpic en continuen produint. D'aquesta manera, es diu que l'equilibri químic és dinàmic.

- (7) Les concentracions dels reactius i dels productes a l'equilibri no necessàriament han de ser iguals entre elles, sinó constants en el temps.
- (8) Quan s'introdueix un excés o es fa disminuir la concentració d'un dels reactius o productes l'equilibri s'altera.
- (9) L'excés de reactius o de productes respecte la situació d'equilibri es tradueix en una major probabilitat de xocs entre les partícules de reactius o de productes.
- (10) Un nombre major de xocs es tradueix en un augment de la velocitat de la reacció corresponent (de reactius o de productes).
- (11) A mesura que l'excés de productes o reactius reacciona, disminueix el nombre de partícules i n'augmenta la quantitat dels reactius o productes progressivament.
- (12) És a dir, quan es produeix un desequilibri, la velocitat de la reacció on hi ha l'excés de partícules que s'ha vist augmentada de cop, va disminuint amb el temps i la reacció oposada comença a augmentar amb el temps.
- (13) S'assoleix un nou estat d'equilibri quan la velocitat de les dues reaccions es torna a igualar.
- (14) Les concentracions dels productes i reactius seran diferents que a l'equilibri anterior. Si l'augment s'ha produït als reactius, per exemple, la quantitat de productes augmentarà. D'aquesta manera es diu que l'equilibri s'ha desplaçat.
- (15) Experimentalment s'ha trobat una relació entre tots els productes i tots els reactius que es manté, aproximadament, constant per a tots els estats d'equilibri per aquella reacció global i una temperatura determinada. Per aquest motiu s'anomena constant d'equilibri.
- (16) La constant d'equilibri també es relaciona amb la relació entre les velocitats de reacció.
- (17) Hi ha moltes reaccions que són d'equilibri. Les reaccions àcid – base en són un exemple.
- (18) Model àcid – base segons Brønsted i Lowry
- (18.1) Àcid: Molècula donadora d'ions H^+ en aigua
- (18.2) Base: Molècula acceptora d'ions H^+ en aigua
- (18.3) La resta de molècula o àtom que queda quan un àcid ha perdut un protó s'anomena base conjugada.
- (18.4) La molècula que es forma quan una base ha guanyat un protó s'anomena àcid conjugat.
- (18.5) Tot i que es consideri que totes les reaccions estan en equilibri, n'hi ha algunes en que la reacció inversa és més important que en d'altres. Aquells àcids o bases en els que la seva reacció inversa és negligible s'anomenen àcids o bases *forts*. En canvi, aquells que és important tenir en compte la reacció inversa s'anomenen àcids o bases *febles*.

(18.6) En un estat d'equilibri àcid – base, la velocitat de la reacció directa (d'àcid a base conjugada o de base a àcid conjugat) és la mateixa que la velocitat de la reacció inversa (de base conjugada a àcid o d'àcid conjugat a base).

(18.7) La relació entre les concentracions d'àcid, ions H^+ i base conjugada respectiva, s'anomena constant d'acidesa i s'utilitza, de manera estàndard, per caracteritzar la *fortalesa* d'un àcid o d'una base.

(18.8) La quantitat de protons en un volum total de solució (concentració) s'expressa normalment mitjançant la funció $pH = -\log(\text{concentració ions})$.

ELS MODELS D'EQUILIBRI QUÍMIC I D'ÀCID - BASE PER TIPUS DE DEMANDES COGNITIVES

A la Taula 12 es mostra una classificació dels estaments descrits anteriorment, segons el grau o dificultat de demanda cognitiva implicada, ordenada en ordre creixent. Aquests nivells de demandes cognitives estan dividits en funció dels diferents graus de representacions mentals de la ciència descrits per Johnstone, (1991) que es troben recollits en l'article de Galagovsky, Rodríguez, Stamati, & Morales, (2003), el grau d'abstracció i si apareix, o no, la idea de simultaneïtat.

Per tal de simplificar la visualització, el número que es troba a la columna d'"Afirmacions" es relaciona amb l'estament que duu el mateix número i que s'ha descrit en els paràgrafs anteriors.

Nivell	Característiques i justificació	Afirmacions
1	<u>Relacions a nivell <i>submicroscòpic</i> – <i>macroscòpic</i>.</u> Hi ha una relació directa del model amb la realitat, del tipus A (fenomen) = B. Aquests conceptes generalment apareixen en els currículums oficials de cursos inicials de la secundària.	(1.1), (1.3), (6), (7), (8), (9), (14), (18.1), (18.2).
2	<u>Relacions senzilles a nivell <i>submicroscòpic</i>.</u> S'estableixen relacions senzilles i directes (del tipus A = B o si A, aleshores B) entre objectes del model. Aquests conceptes generalment apareixen en els currículums oficials de cursos inicials de la secundària.	(1.2), (1.4), (1.7), (1.9), (4), (18.3), (18.4)
3	<u>Relacions complexes a nivell <i>submicroscòpic</i>.</u> S'estableixen relacions complexes entre diferents objectes del model, és a dir, amb més d'un condicionant i/o s'estableixen relacions amb entitats d'altres models.	(1.8), (2), (17)
4	<u>Representació <i>simbòlica</i> senzilla dels fenòmens.</u> Es concreten les relacions entre entitats del model amb llenguatge matemàtic senzill.	(1.5), (1.10), (10), (13), (15), (18.7)
5	<u>Representació <i>simbòlica</i> complexa o idea de simultaneïtat.</u> Les relacions matemàtiques entre diferents entitats del model són complexes, es relacionen diferents equacions senzilles entre si o es descriuen fenòmens simultanis.	(3), (11), (18.5), (1.6), (5), (16), (18.8)
6	<u>Representació <i>simbòlica</i> complexa i idea de simultaneïtat.</u>	(12), (18.6)

Es relacionen fenòmens simultanis amb llenguatge matemàtic.

Taula 12: Classificació dels estaments del model d'equilibri químic i àcid - base segons el nivell de demanda cognitiva que impliquen.

Els diferents nivells de representació de la química i, en general de la ciència, esmentats en el paràgraf anterior són els següents: nivell *macroscòpic*, *submicroscòpic* i *simbòlic*. Tots els models científics es poden classificar segons aquests graus i, a l'hora de dissenyar una seqüència d'ensenyament – aprenentatge, és molt aconsellable fer-ho, ja que orienta al propi dissenyador sobre la manera d'ordenar els continguts al llarg del temps.

El nivell *macroscòpic*, doncs, correspon a les representacions mentals adquirides a partir de l'experiència sensorial directa. Com que aquest nivell es construeix a partir de la informació provinent dels sentits, el seu nivell d'abstracció és baix. En el model d'equilibri químic no hi ha cap afirmació d'aquest tipus purament, però si que es pot definir un primer nivell de demanda cognitiva, anomenat relacions a nivell *macroscòpic* – *submicroscòpic*, que fa referència a aquelles proposicions que tenen relació directa amb el món sensorial de l'alumne.

És important identificar quins objectes del model estan relacionats amb el nivell *macroscòpic*, tot i que acostumen a ser escassos. En aquest sentit, l'alumne, desenvoluparà la pròpia representació mental a partir de les experiències més immediates i directes de la realitat i, per tant, cal oferir-li aviat en la seqüenciació, experiències relacionades amb el nivell *macroscòpic*. Tot i que en cada pràctica dissenyada es va intentar seguir aquest consell, la realitat és que moltes dificultats van ser provocades per la manca d'efectivitat a l'hora de concretar el model i relacionar-lo més amb fenòmens de grau *macroscòpic*. Per exemple, cal destacar la introducció d'analogies interactives, com la de l'equilibri químic on els alumnes feien de molècules, o la introducció de noves experiències per reforçar i ampliar aspectes treballats anteriorment, com el laboratori virtual.

El segon i tercer grau de demanda cognitiva, estan caracteritzats per relacions del tipus *submicroscòpic*. Aquest tipus de pensaments, fan referència a les representacions o models que té en la seva ment un expert associats als esquemes de les partícules. Es tracta d'explicacions més elaborades que, generalment, fan referència a quelcom que no es pot percebre directament dels sentits. Així doncs, els nivells 2 i 3 impliquen un major grau de demanda cognitiva per part de l'alumnat ja que cal desenvolupar estratègies de pensament lògic superiors entre els objectes del model sense cap tipus de relació amb el món sensorial.

Les afirmacions referents a aquests dos nivells és recomanable que es tractin en moments posteriors al nivell 1 en la seqüència dissenyada. Tot i així, cal vetllar perquè en la progressió de conceptes no hi hagi salts massa grans, com és el cas d'algunes dificultats que han aparegut en diferents versions de la pràctica dissenyada. Per altra banda, també cal vetllar perquè la seqüència no sigui massa feixuga, lenta i extremadament carregada. Aquest darrer tipus d'impediment ha aparegut en nombroses ocasions, tal i com es pot observar en el desplegament de les dificultats i els canvis recollits en els 8.8, 8.9 i 8.10.

Els nivells 4, 5 i 6 estan caracteritzats per representacions *simbòliques* senzilles o complexes dels objectes i les lleis descrites pel model. El tipus de pensament *simbòlic* involucra formes d'expressar conceptes químics mitjançant fórmules, equacions químiques, expressions matemàtiques, gràfiques... En aquest sentit, a conseqüència del seu caràcter pretesament generalista, aquests darrers graus es troben més allunyats de la realitat sensorial i, per tant, són més abstractes que els que fan referència al món *macroscòpic* i al món *submicroscòpic*. Tot i així, s'ha volgut mantenir la diferència entre els nivells 4, 5 i 6, ja que, en els dos darrers també s'han considerat aquelles afirmacions que impliquen situacions de simultaneïtat. L'article de (Viennot, 2004), descrit breument en el marc teòric, defensa que la idea de la coexistència de dos fenòmens és especialment difícil de transmetre i d'entendre pel caràcter seqüencial i temporal de la nostra manera d'expressar-nos i d'entendre el món. Per aquest motiu, aquesta idea ocupa els darrers nivells descrits de demandes cognitives i acaba separant els darrers graus descrits de demandes cognitives del model.

De la mateixa manera que en els paràgrafs anteriors, cal distingir bé quines parts o afirmacions del model corresponen a aquests darrers nivells i situar-los en llocs estratègics de la seqüència d'ensenyament – aprenentatge que es pretengui dissenyar. Per la seva gran abstracció i gran demanda cognitiva implicada, les afirmacions que es troben en aquests models acostumen a tenir moltes idees alternatives relacionades que persisteixen fortament en l'alumnat. Per exemple, la impossibilitat de l'alumnat de fer-se una idea del que implica una unitat en l'escala logarítmica del pH o la visió de l'equilibri químic com una oscil·lació de reactius a productes i a l'inversa i no com un procés simultani, són dos casos, dels nombrosos que s'han comentat a l'apartat del marc teòric, que il·lustren la dificultat del professor i del dissenyador a l'hora de fer assequibles aquests aspectes del model als estudiants. Així doncs, cal ser conscient que aquest tipus de dificultats d'aprenentatge caldrà tractar-les en diferents moments del cicle escolar de l'alumne i des de diferents àrees.

Per a la pràctica dissenyada, com a conseqüència de les limitacions de temps i de la poca coneixença dels alumnes, algunes de les dificultats establertes per la bibliografia relacionades amb aquests darrers nivells, es van relegar a un pla secundari, com per exemple la implicació de les unitats de pH que s'ha esmentat abans. Tot i així, la majoria de les dificultats cognitives relacionades amb aquests nivells que s'han tractat en la pràctica, com la simultaneïtat de reaccions o l'explicació de la igualació progressiva de les velocitats directa i inversa en una alteració de l'equilibri químic, tot i no haver estat resoltes en la darrera versió, han anat millorant al llarg de les diferents implementacions, tal i com es pot observar en les dificultats detectades i els comentaris dels educadors implicats. Aquesta situació reafirma, un cop més, la necessitat de plantejar propostes concretes que segueixin l'acció educativa dels centres d'ensenyament que pretén el projecte REVIR per tal de sumar esforços i treballar en la mateixa direcció.

Tenint en compte l'anàlisi realitzada de les dificultats i els canvis i els diferents nivells de demandes cognitives, a continuació es descriurà la versió final de la pràctica dissenyada per tal de mostrar com es concreta una proposta educativa al voltant del model d'equilibri químic.

La darrera versió de la pràctica duu per títol, “els oceans i l’equilibri químic” i el guió pràctiques respectiu es troba digitalitzat a la pàgina web del programa REVIR, seguint la trajectòria de la resta sessions del projecte. Així doncs, en les properes implementacions, l’ús dels ordinadors per part dels alumnes es veurà incrementat, tot i que continuaran tenint una petita guia escrita en paper per tal de que els alumnes puguin respondre les preguntes i endur-se els resultats a casa. En l’annex 8.4. es mostra una versió equivalent del guió de pràctiques de la quarta edició de la pràctica en paper.

Per tal d’intentar fer més proper el model d’equilibri químic als estudiants, es va triar com a context la problemàtica de l’acidificació dels oceans com a conseqüència de l’absorció del gas CO_2 de l’atmosfera, tal i com s’ha comentat en apartats anteriors. La pràctica, es planteja com una petita investigació per tal de poder arribar a entendre i explicar una notícia de diari que va desgranant la problemàtica descrita. D’aquesta manera, no només es connecta el model d’equilibri químic amb una situació real, sinó que es convida als alumnes a implicar-se en la sessió per tal de poder anar construint significat i entenent la notícia de diari que es va descrivint.

Per altra banda, la construcció del coneixement en el guió de pràctiques pretén assemblar-se a la tècnica del diàleg socràtic. D’aquesta manera, a partir de la divisió de la tasca global de construcció del model d’equilibri químic en tasques i qüestions més petites i assequibles, es pretén fer reflexionar als alumnes, a partir de qüestions concretes respecte els seus propis coneixements, sobre el propi model en construcció. Per aquest motiu, en tots els guions de pràctiques hi ha un nombre elevat de preguntes a respondre, tal i com es pot observar en els annexos.

A continuació, doncs, es descriurà el desenvolupament i la seqüenciació final de la pràctica:

- Exploració dels coneixements previs dels alumnes i primera aproximació en la construcció del model: Després d’una petita introducció sobre la problemàtica que s’intentarà abordar en la sessió i el model al qual fa referència, es mostra una guia breu de la pràctica als alumnes. Al tractar-se d’una pràctica llarga, és habitual que els estudiants perdin el sentit del que estan fent i no vegin la trajectòria global, ni relacionin una activitat amb una altra. Així doncs, amb la explicació inicial es pretén facilitar als alumnes un esquema general. A més, al llarg de la pràctica s’han introduït diversos paràgrafs que pretenen connectar el que s’està fent amb el que s’ha realitzat anteriorment o el que es realitzarà. Malgrat els esforços, la realitat és que el fet de situar-se en el desenvolupament global d’una seqüència continua sent un repte difícil per als alumnes i, per tant, és necessari que l’educador en tot moment vagi aclarint el sentit de les activitats.

Un cop realitzada la imatge global, es convida als alumnes a que responguin què és el que saben sobre el model d’equilibri químic a partir de la lectura d’un fragment de la notícia que es mostra. Val a dir que la varietat de respostes en aquesta qüestió és molt elevada i, per tant, és necessari introduir una experiència curta de desplaçament de l’equilibri (*nivell macroscòpic*) per tal de concretar el problema a tractar i situar als alumnes. Així doncs, a partir de la reacció de desplaçament del dicromat de potassi a cromat de potassi, s’incita

als estudiants a reflexionar sobre el fenomen que s'observa i a construir possibles explicacions teòriques del mateix (*nivell submicroscòpic*). Aquesta part, especialment al principi, està molt guiada i les preguntes deixen poc marge d'actuació, ja que un excés de llibertat al principi de la seqüència, pot desorientar a l'alumnat, especialment a aquells que no estan molt acostumats a treballar i a utilitzar la creativitat al laboratori.

L'apartat conclou amb una posada en comú en la que cada grup explica els seus raonaments i l'educador que condueix la sessió intenta crear un diàleg amb els alumnes. A més, es realitza una petita analogia amb un tub transparent en forma de U ple d'aigua al qual s'afegeix una molècula acolorida i s'observa la tinció progressiva de l'aigua per tal de fer reflexionar a l'alumnat sobre la necessitat d'utilitzar models que facin referència al món microscòpic per tal d'explicar fenòmens macroscòpics, així com la connexió del model cineticomolecular amb l'equilibri químic.

Al final d'aquest apartat, s'hauria d'haver discutit sobre el model cineticomolecular aplicat a les reaccions químiques (1.1) – (1.10) i la reversibilitat de les reaccions químiques (2), (3) i (4). Al tractar-se d'un primer apartat introductori, és necessari no carregar-lo de contingut excessiu.

- Aplicació: Aquest nou apartat pretén que els alumnes apliquin els coneixements construïts en l'apartat anterior sobre el model, en una nova reacció. En aquesta situació, el grau de llibertat sobre les possibilitats d'actuació és major, ja que es pretén que els alumnes cada cop siguin més autònoms en el treball de laboratori perquè siguin ells mateixos els protagonistes de la construcció del seu model. A partir d'una reacció química similar (*nivell macroscòpic*), es convida a reflexionar als alumnes sobre el seu model d'equilibri químic i a proposar possibles actuacions que confirmin o refusin hipòtesis de comportament per anar refinant progressivament el propi model en construcció (*nivell submicroscòpic*).

De manera anàloga a l'apartat anterior, l'experiència finalitza amb la posada en comú dels resultats i les aportacions de l'alumnat a la construcció del model. Així mateix, en aquesta posada en comú es realitza una petita dinàmica en la que es simula un equilibri químic a l'engròs i en el que els estudiants fan de molècules. Tot i que l'analogia posseeix algunes limitacions, és molt útil per involucrar als alumnes en la construcció del model i, alhora, permet discutir sobre les condicions del sistema hipotètic en un possible estat d'equilibri. Finalment, a mode de conclusió, es convida als alumnes a que realitzin un resum breu en el seu guió de pràctiques dels aspectes més importants en relació al que han observat i viscut en la pràctica.

A l'acabar aquest apartat, a més dels aspectes del model d'equilibri químic treballats en la secció anterior, cal haver discutit sobre la igualació de les velocitats de reacció directa i inversa (5), la seva relació amb el món macroscòpic així com la possibilitat de quantificar l'equilibri (6) – (17).

- Aplicació del model d'equilibri químic a les reaccions àcid – base: Seguint el fil argumental de la notícia de diari, es convida als alumnes a realitzar un pas més en la construcció del model d'equilibri químic i a identificar-lo situacions més concretes. Així doncs, es reflexiona al voltant de l'existència, o no, de l'equilibri en els àcids i les bases, el significat del pH, la possible quantificació de l'equilibri i les variables de les que en depèn.

En aquesta part es realitzen dues posades en comú de més curta durada en la que es comparteixen els resultats de les diferents experiències i s'intenten relacionar-los amb els apartats anteriors. Tot i que el submodel àcid – base sigui més concret que el d'equilibri químic i, per tant, més assequible per a l'alumnat, el fet de que els estudiants estiguin cada cop més cansats obliga a dissenyar la seqüència tal i com s'està descrivint. Per altra banda, el fet de que les reaccions àcid – base siguin més concretes que el model general d'equilibri químic també comporta el perill de que els estudiants s'oblidin de la connexió entre els apartats. Així doncs, és necessari realitzar un esforç addicional per evidenciar-la.

En aquesta part, els aspectes del model que es tracten són els referents al submodel de les reaccions àcid - base: (19.1) – (19.8).

- Tancament del context: Aquesta és la darrera part experimental que es proposa als estudiants. Pretén relacionar i reforçar la connexió entre el model d'equilibri químic, les reaccions àcid – base i el context, així com tancar la pràctica. A partir d'una experiència, es proposa als alumnes emular l'acidificació dels oceans amb absència o presència de carbonats i donar explicacions, en base als models construïts, de les diferències entre les dues situacions. Cal destacar, però, que l'experiència és dissenyada pels propis estudiants, de manera que els permet aplicar els coneixements adquirits fins al moment i tenir un marge molt ampli de creativitat per resoldre el problema. Les experiències s'acaben amb una breu posada en comú.

En aquesta secció, de la mateixa manera que en la secció següent, es pretén que l'alumnat utilitzi tots els aspectes del model descrits anteriorment en l'elaboració de les explicacions als fenòmens observats i les activitats proposades.

- Conclusions finals: En aquest darrer apartat es proposa als alumnes realitzar un mapa conceptual que serveixi per respondre la pregunta general de la pràctica i posi de manifest el seu model d'equilibri químic construït. Per tal de facilitar-los la tasca, els estudiants parteixen d'una plantilla mínima que poden modificar per ajustar-la a les seves necessitats.

La finalitat de l'activitat de conclusió és poder establir relacions entre les diferents parts de la pràctica, així com posar de manifest quins són els aspectes clau del model que valoren els alumnes del conjunt l'activitat.

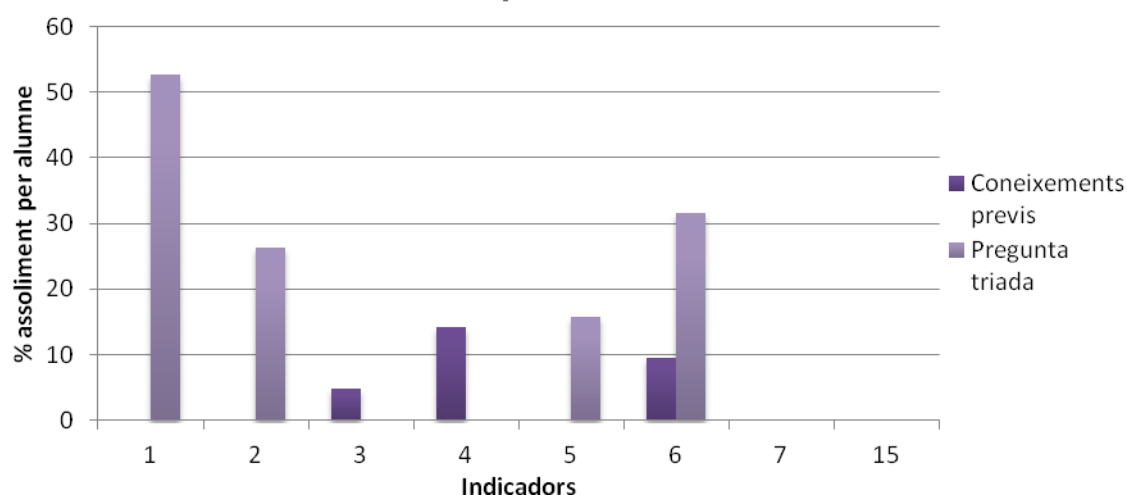
5.5. ANÀLISI DE LA QUALITAT

Tal i com s'ha explicat en l'apartat de metodologia, l'anàlisi de la qualitat de la pràctica s'ha realitzat a tres nivells: anàlisi i comparació de les respostes dels alumnes a una pregunta, anàlisi de la prevalença de les dificultats al llarg de cada versió de la pràctica i anàlisi de l'evolució del contingut de les valoracions de cada educador. A continuació, doncs, es descriuran els resultats de cada tipus de cada part.

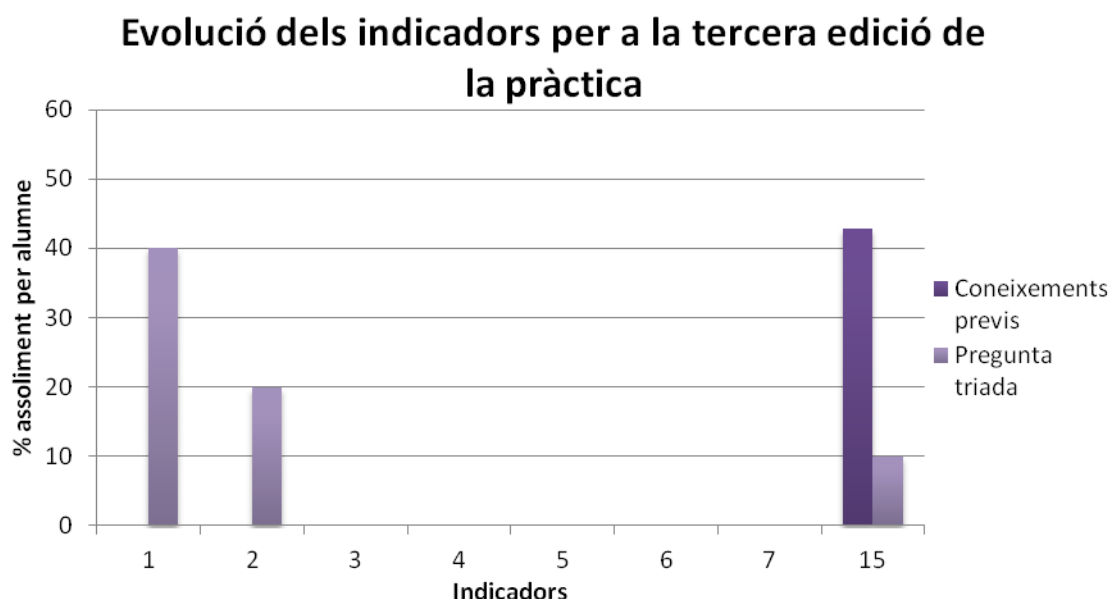
ANÀLISI I COMPARACIÓ DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A UNA PREGUNTA DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES

La Gràfica 4 i la Gràfica 5 mostren l'evolució del percentatge d'assoliment per alumne (eix y), calculat a partir de la divisió de la suma del total de la puntuació de cada indicador entre el total d'alumnes, per a cada indicador (eix x) i per a la segona i tercera edició de la pràctica. Tal i com s'ha comentat en l'apartat de la metodologia, per a aquest tipus d'anàlisi només es tindran en compte les dues darreres versions implementades de la pràctica, ja que la primera no hi ha dades suficients per a comparar.

Evolució dels indicadors per a la segona edició de la pràctica



Gràfica 4: Evolució dels indicadors per a la segona edició de la pràctica.



Gràfica 5: Evolució dels indicadors per a la tercera edició de la pràctica.

En aquestes representacions, es pot observar que el tipus de coneixements previs de cada classe que va participar en cada sessió era molt diferent: si bé en la segona edició el nivell de coneixement inicial sobre el model d'equilibri químic era més elevat, és cert que en aquesta mateixa edició, el tipus de coneixement estava més repartit entre els diferents indicadors respecte la tercera implementació. Conseqüentment, el nivell d'assoliment dels indicadors en les preguntes triades de construcció del model d'equilibri químic és superior en la segona edició respecte la tercera, contràriament al que caldria esperar.

Els resultats obtinguts en l'anàlisi de les respostes posen de manifest la importància de les característiques de la mostra a l'hora de plantejar una experiència i extreure'n conclusions. Tot i que es va voler procedir d'una manera més objectiva en l'anàlisi de l'eficàcia, el cert és que el nombre reduït d'alumnes per sessió impedeix que l'anàlisi tingui un caràcter objectiu i generalista. En aquest sentit, les dades que mostren les gràfiques obtingudes ens ajuden a concloure que, com més coneixements previs posseeixin els alumnes, aconseguiran construir un model d'equilibri químic més proper al descrit per la comunitat científica, però no ofereixen cap dada sobre l'efectivitat de la pràctica, ja que les dues mostres d'alumnes, caracteritzades pel tipus de coneixements previs que posseeixen, no són gens comparables.

Així doncs, en una situació ideal, hagués calgut implementar cada edició de la pràctica en diferents sessions i amb diferents alumnes, per tal de reduir al màxim el pes de les característiques intrínseques de la mostra i aconseguir resultats comparables. En aquest sentit, aquest anàlisi tindria sentit en un context com el projecte Materials Science (Hernández, 2012), en el que una seqüència d'ensenyament – aprenentatge era dissenyada per un grup de professors i investigadors, implementada en paral·lel a diferents centres i refinada pel mateix grup de professors i investigadors. En aquest darrer cas, com que una mateixa versió d'un material educatiu era implementada en diferents mostres d'alumnes, tenia més sentit plantejar una anàlisi d'aquest tipus. Per altra banda, també cal reconèixer que l'anàlisi de la

qualitat a partir de les respostes dels alumnes s'hagués hagut de complementar amb algunes entrevistes als propis estudiants per aclarir el sentit de les seves respostes, així com validar la pròpia interpretació de l'investigador.

Malgrat els inconvenients descrits en l'adequació de l'anàlisi al tipus de dades, és cert que aquesta metodologia d'anàlisi permet observar l'evolució del nivell de construcció del model d'equilibri químic al llarg de la pràctica. En aquest sentit, aquesta metodologia d'anàlisi es convertiria més en un complement de l'avaluació de l'activitat pròpiament o l'avaluació dels estudiants.

ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DELS TIPUS DE DIFICULTATS I DE CANVIS EN CADA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA

A mode de resum, de l'evolució de les dificultats cal destacar que, tot i que en la primera i segona edició es van detectar nombres similars de dificultats, en la tercera versió es pot observar una disminució evident del nombre total. De la mateixa manera, si es mira el gràfic per categories, es pot observar com, a mesura que es completen nous cicles d'iteració, el tipus de dificultats predominants, va canviant, fet que permet realitzar una breu classificació de les etapes del disseny. Finalment, en relació a l'efectivitat, es pot afirmar que la disminució gran del nombre d'impediments està connectada amb un augment de la satisfacció dels resultats obtinguts en relació als objectius proposats i, per tant, que la pràctica ha anat guanyant en eficàcia al llarg de les diferents versions. Cal esperar, doncs, que aquesta tendència es mantingui en futures implementacions i, en definitiva, que el nombre de dificultats acabi esdevenint pràcticament zero.

Per altra banda, la variació en el tipus de dificultats predominants i la seva quantitat total es tradueix en una variació del tipus i quantitat de canvis aplicats, ja que les modificacions són conseqüència de la voluntat de solucionar els impediments detectats. En aquest sentit, s'observa una tendència coherent a la que s'ha explicat en el paràgraf anterior, si bé cal tenir present que, de cara a l'avaluació de l'eficàcia de la pràctica, la informació que s'extreu d'ambdues anàlisis és redundant.

ANÀLISI DE L'EVOLUCIÓ DE LES REFLEXIONS DELS EDUCADORS IMPLICATS

El contingut complet de les reflexions es pot trobar en els annexos 8.5., 8.6. i 8.7. Tal i com s'ha descrit en l'apartat de metodologia, l'anàlisi de l'evolució contingut de les reflexions s'ha realitzat de manera orientativa, és a dir, sense categoritzar. En aquest sentit, cal destacar que les valoracions han anat progressant: si bé en la primera implementació es poden trobar molts comentaris negatius, per exemple "la introducció és precipitada" o "la temporització no estava ben ajustada", en la segona implementació comencen a aparèixer anotacions més positives, com "si bé cal millorar un munt de coses, la direcció és la correcta". Finalment en la tercera edició la valoració és molt bona "ha estat la pràctica que ha donat millors resultats de les 3".

Si bé s'observa que els comentaris de l'educador responsable són més personals i més centrats en la seva figura com a docent i, en canvi, les valoracions dels altres educadors fan referència principalment al desenvolupament de la pràctica i les activitats pròpiament, és cert que ambdues avaluacions són coherents en tot moment i, per tant, aquesta estratègia és efectiva a l'hora de ponderar l'eficàcia d'un material educatiu.

Per acabar, l'evolució del contingut de les reflexions dels educadors és totalment congruent amb l'anàlisi de l'evolució dels tipus de dificultats identificats en cada pràctica implementada. Aquesta relació, si bé és positiva, també mostra la necessitat de trobar una tercera metodologia efectiva per avaluar l'eficàcia ja que, en realitat, els subjectes encarregats de detectar les dificultats i realitzar les valoracions de les pràctiques, són els mateixos. Així doncs, aquesta anàlisi s'hagués pogut complementar amb entrevistes a una mostra reduïda d'alumnes i als professors acompanyants, ja que la mostra general és massa reduïda com per tenir en compte l'anàlisi de les respostes dels alumnes en els seu guió de pràctiques.

6. CONCLUSIONS

6.1. IDENTIFICACIÓ, CATEGORIZACIÓ I EVOLUCIÓ DE LES DIFICULTATS DETECTADES I ELS CANVIS INTRODUÏTS

La identificació de les dificultats de cada versió implementada de la pràctica s'ha dut a terme, tal i com s'explica en l'apartat de metodologia, a partir de la comparació dels objectius generals de la sessió i dels objectius específics de cada apartat i pregunta del guió de pràctiques amb els resultats obtinguts. En aquest procés han intervingut tots els educadors implicats en la implementació, fet que ha contribuït a enriquir aquesta anàlisi i a atorgar-li més objectivitat. Paral·lelament, la identificació dels canvis generats, s'ha dut a terme a partir de la comparació entre l'estructura global i el guió de pràctiques de cada edició. El conjunt de tots els impediments i modificacions per a cada edició de la pràctica es troba recollit en els annexos 8.8., 8.9 i 8.10. realitzats a partir de l'adaptació de la graella d'anàlisi proposada per Hernández & Pintó, (n.d.). Val la pena destacar que, com a conseqüència de les grans diferències entre la primera edició de la pràctica dissenyada i la resta, la identificació de les dificultats i canvis entre les dues primeres versions ha estat especialment complexa, fet que caldrà tenir en compte per a les anàlisis posteriors.

La categorització tant de les dificultats detectades com dels canvis introduïts ha modificat i ampliat la proposta de categories realitzada per Hernández & Pintó, (n.d.), especialment pel que fa a les categories de dificultats. Tal i com s'ha comentat en apartats anteriors, aquesta proposició no tenia en compte aspectes interns del procés de disseny, com els relacionats amb l'establiment d'objectius o la pròpia seqüenciació de continguts, que s'han inclòs en les llistes de categories finals recollides en la Taula 6: **Categories de les dificultats segons** i la Taula 7: **Categories dels tipus de canvis introduïts en el procés de refinament d'una seqüència (Hernández & Pintó, in press)**. Així doncs, aquestes modificacions pretenen reflectir el conjunt d'eventualitats que poden sorgir en qualsevol procés de disseny d'un material educatiu i, per tant, esdevenir generalitzables.

Per altra banda, l'anàlisi de l'evolució de les categories de les dificultats i els canvis al llarg de les diferents versions, recollides en les Gràfica 1 i Gràfica 2, mostra una variació clara entre el tipus de categories predominants a mesura que el disseny de la pràctica és refinat. A més, a partir de l'evolució de les categories de dificultats s'ha pogut esbossar i diferenciar tres etapes característiques del procés de refinament d'un material educatiu. Malauradament, la pràctica no s'ha implementat tants cops com hagués calgut per refermar tant la validesa de la seqüència final de continguts, com de les etapes del procés de disseny, així que caldrà esperar al curs 2012 – 2013 per poder acabar d'avaluar ambdós aspectes. Cal afegir que, si bé l'evolució de les categories predominants de canvis al llarg de les diferents versions de la pràctica és coherent amb els comentaris descrits en paràgrafs anteriors, el seu anàlisi no ofereix tanta riquesa a nivell interpretatiu, cosa que suggereix una possible necessitat de reformular les categories de canvis definides.

Finalment, malgrat els impediments descrits, l'anàlisi al voltant de els tipus de dificultats detectades i els canvis introduïts en cada edició de la pràctica, ha permès no només assolir els

objectius marcats a l'inici del treball, sinó que també ha permès entendre l'evolució del procés de disseny i refinament d'una pràctica de laboratori, fet que amplia la utilitat de la metodologia emprada per a ser utilitzada en altres situacions educatives.

6.2. AVALUACIÓ DE LA QUALITAT

Inicialment, es va proposar realitzar l'avaluació de la qualitat i, en concret, de l'eficàcia de la pràctica a tres nivells: l'anàlisi i comparació de les respostes dels alumnes a una pregunta del guió de pràctiques, l'anàlisi de l'evolució de les dificultats al llarg de cada implementació i l'anàlisi de l'evolució del contingut de les reflexions dels educadors. Malauradament, al final només s'ha pogut realitzar la valoració de la qualitat a partir dels dos darrers aspectes: la informació aportada per l'anàlisi de les respostes dels alumnes ha estat insuficient ja que la mida de la mostra era massa petita i l'evolució dels diferents grups d'alumnes no era comparable (Gràfica 4 i Gràfica 5). En aquest sentit, si bé les anàlisis de l'evolució de les dificultats i del contingut de les reflexions són prou completes, hagués calgut buscar una altra font de dades, com la realització d'entrevista, per tal de poder triangular millor els resultats.

Per altra banda, a partir de la disminució gran de dificultats en la tercera edició de la pràctica i de la diferència entre el tipus d'impediment predominant en cada versió, es pot concloure que en la pràctica dissenyada hi ha hagut un apropament progressiu entre els resultats reals i els objectius d'aprenentatge establerts. D'aquesta manera, la satisfacció vers els resultats ha anat augmentant i, en conseqüència, es pot considerar que també hi ha hagut un increment de la qualitat de la pràctica. Aquesta evolució ha seguit una tendència constant i, per tant, cal esperar que en futures implementacions i edicions del material dissenyat, es continuï mantenint la millora progressiva. Els canvis introduïts com a conseqüència dels impediments detectats, han estat els factors clau de la promoció de l'evolució de la qualitat de la pràctica i, d'aquesta manera, es consideren idonis en l'aproximació dels resultats als objectius marcats.

Finalment, les reflexions dels educadors, recollides en els annexos 8.5, 8.6 i 8.7, també mostren una clara millora al llarg de les diferents versions implementades. En aquest sentit, l'augment de valoracions positives, especialment en la tercera edició de la pràctica, és coherent amb el que s'ha descrit en el paràgraf anterior.

6.3. DISSENY FINAL DE LA SEQÜÈNCIA I ANÀLISI DE LES DIFERENTS DEMANDES COGNITIVES DEL MODEL

La millora de l'eficàcia de la pràctica en les successives iteracions de disseny i implementació conclou aquest curs en la darrera versió que es pot trobar en l'annex 8.4. Aquesta versió es caracteritza per la voluntat de fer assequible el model d'equilibri químic als alumnes a partir de la concreció de les afirmacions del propi model en experiències a nivell macroscòpic. Tot i que, tal i com s'ha comentat abans, hagués calgut realitzar una o dues implementacions més per tal de reafirmar l'efectivitat del material final dissenyat, la pràctica que es troba en l'annex 8.4. pot ser un bon exemple per a futurs dissenys de seqüències al voltant de l'equilibri químic cinètic.

Per altra banda, cal tenir en compte que un model implica diferents nivells de demanda cognitives per als estudiants. En aquest cas, per al model d'equilibri químic i el submodel d'àcid – base, s'han identificat 6 nivells que es basen en els diferents tipus de representacions mentals de la ciència proposats per (Johnstone, 1991). Els nivells són els següents: relacions a nivell *submicroscòpic* – *macroscòpic*, relacions senzilles a nivell *submicroscòpic*, relacions complexes a nivell *submicroscòpic*, representacions *simbòliques* senzilles dels fenòmens, representacions *simbòliques* complexes o idea de simultaneïtat i representacions *simbòliques* complexes i idea de simultaneïtat. Cada nivell definit implica un grau d'abstracció diferent que cal tenir present per tal d'ajustar correctament l'ordre de continguts i, en definitiva, el ritme i la dificultat, d'una seqüència d'ensenyament – aprenentatge que es vulgui dissenyar. Per tant, és altament recomanable realitzar una anàlisi similar per a qualsevol model escolar abans d'iniciar el procés de disseny ja que, d'aquesta manera, es podran evitar moltes dificultats a l'hora de la implementació per avançat.

6.4. LIMITACIONS DE L'ESTUDI I PERSPECTIVES DE FUTUR

Són moltes les limitacions que, al llarg de les diferents pàgines del treball, s'han anat esmentant, especialment pel que fa referència a l'anàlisi i categorització de les dificultats i canvis i l'avaluació de l'eficàcia de la pràctica. Tot i així, la limitació més gran d'aquest estudi és deguda al fet de que l'àmbit de disseny i implementació de la pràctica és molt reduït. En aquest sentit, tot i que s'ha realitzat esforços per generalitzar els resultats obtinguts a partir de l'establiment de categories de dificultats i modificacions o de diferents nivells de demanda cognitiva, és cert que totes les reflexions descrites estan molt condicionades pel tipus d'implementació que s'ha fet i el tipus d'estudiants que han assistit a les sessions. En aquest sentit, seria bo poder implementar aquest material en altres contextos educatius, amb diferent tipologia d'alumnat i de professorat per tal de provar realment la seva eficàcia i avaluar l'aparició de noves dificultats o introduir nous canvis. També cal tenir en compte, però, que des d'un principi el treball s'ha emmarcat en un tipus de metodologia, la Recerca Basada en el Disseny, que precisament busca la contribució teòrica a la recerca educativa a partir de problemàtiques concretes sobre la pràctica docent. Per tant, aquesta concreció en l'àmbit d'implementació i de disseny, no suposa una contradicció amb la metodologia seguida. M'agradaria animar a aquells que desitgin ampliar el treball present a no perdre de vista els motius pels quals s'ha desenvolupat aquest tipus de recerca, és a dir, proporcionar al professorat eines de disseny concretes, útils i que siguin aplicables.

Cal afegir que, si bé la pràctica s'ha desenvolupat en un context reduït, tal i com s'ha comentat en el paràgraf anterior, la realització de categories de canvis, dificultats i nivells de demandes cognitives s'ha dut a terme amb la voluntat de poder ser aplicades en altres recerques. En aquest sentit, seria interessant provar com encaixen aquestes categories i nivells en diferents situacions per refinar-les progressivament fins que esdevinguessin prou generals per abastar la totalitat d'impediments detectats, modificacions introduïdes i graus de demandes cognitives, de la mateixa manera que s'ha procedit amb el treball (Hernández, 2012).

He de reconèixer que arribar a aquestes darreres línies del treball, en comptes d'ajudar-me a respondre les preguntes inicials formulades i deixar-me amb una sensació de pau i

Conclusions

tranquil·litat, m'ha generat moltes qüestions més sobre la pròpia metodologia emprada i la manera d'entendre i interpretar les dades, però en especial sobre qüestions relacionades amb l'ensenyament i aprenentatge de la química. Tot i així, aquest tast de recerca en didàctica de les ciències ha estat una experiència molt gratificant tant a nivell personal com professional. Espero que la lectura d'aquestes pàgines també hagi suscitat al lector o lectora noves preguntes i l'animi a voler buscar-ne la resposta.

7. BIBLIOGRAFIA

- Barke, H.-D., Hazari, A., & Yitbarek, S. (2009). *Misconceptions in Chemistry; Addressing Perceptions in Chemical Education* (p. 287). Berlin: Springer. doi:10.1007/978-3-540-70989-3
- Buty, C., Tiberghien, A., & Le Maréchal, J. (2004). Learning hypotheses and an associated tool to design and to analyse teaching–learning sequences. *International Journal of Science Education*, 26(5), 579–604. doi:10.1080/09500690310001614735
- Design-Based Research Collective. (2003). Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. *Education Research*, 21(1), 5–8.
- Drechsler, M., & Schmidt, H. (2005). Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(1), 19–35.
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 107 – 122.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., & Hackling, M. W. (1995). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*, 25(1), 69–95.
- Hammond, M., Reynolds, L., & Ingram, J. (2011). How and why do student teachers use ICT? *Journal of Computer Assisted Learning*, 27(3), 191–203. doi:10.1111/j.1365-2729.2010.00389.x
- Hernández, M. I. (2012). *Desenvolupament iteratiu d'una seqüència d'ensenyament i aprenentatge sobre Propietats Acústiques dels Materials*. Universitat Autònoma de Barcelona.
- Hernández, M. I., Couso, D., & Pintó, R. (n.d.). Refining design principles of a teaching-learning sequence with a model-based inquiry approach: contributions from the analysis of students' learning pathways.
- Hernández, M. I., & Pintó, R. (n.d.). The Process of Iterative Development of a Teaching/Learning Sequence on Acoustic Properties of Materials. In D. Psillos & P. Kariotoglou (Eds.), *Iterative Design of Teaching-Learning Sequences: Introducing the Science of Materials in European Schools* (pp. 1–65). The Netherlands: Springer Editorial.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*, 7(2), 75–83. doi:10.1111/j.1365-2729.1991.tb00230.x
- Latorre, A., del Rincón, D., & Arnal, J. (2003). *Bases metodológicas de la investigación educativa* (p. 315). Barcelona: Ediciones Experiencia.
- Osborne, J., & Hennessy, S. (2003). *Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions*. (p. 52).
- Pintó, R. (2009). Trabajo experimental mediante sistemas de captadores de datos: dificultades a superar. *Enseñanza de las ciencias*, Número ext, 3544–3548.
- Pintó, R. (2011). Las tecnologías digitales en la enseñanza de Física y Química. In A. Caamaño (Ed.), *Didáctica de la Física y Química* (pp. 169–191). Graó.
- Quílez-Pardo, J., & Solaz-Portoles, J. J. (1995). Students' and Teachers' Misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the Teaching of Chemical Equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(9), 939–957.
- Sanmartí, N. (2002). Organización y secuenciación de las actividades de enseñanza/aprendizaje. *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria* (pp. 169–203). Madrid: Síntesis Educación.

- Viennot, L. (2004). Quasistatic or causal changes in systems. *Reasoning in Physics - The part of common sense* (pp. 93–117). Springer. doi:10.1007/0-306-47636-3_6
- Wikan, G., & Molster, T. (2011). Norwegian secondary school teachers and ICT. *European Journal of Teacher Education*, 34(2), 209–218. doi:10.1080/02619768.2010.543671
- van Driel, J., & Gräber, W. (2003). The Teaching and Learning of Chemical Equilibrium. In J. Gilbert, O. Jong, R. Justi, D. Treagust, & J. Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards Research-Based Practice* (pp. 271–292). Springer Netherlands. doi:10.1007/0-306-47977-X_12
- van den Akker, J. (1999). Principles and Methods of Development Research. In J. van den Akker, N. Nieveen, R. M. Branch, K. L. Gustafson, & T. Plomp (Eds.), *Design methodology and developmental research in education and training* (pp. 1–14). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

8. ANNEXOS

8.1. PRIMERA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA



PROJECTE REVIR - EQ3. QUÍMICA

Dissenyat per a alumnes de Batxillerat

Quan l'estómac ens "crema"

Nom de l'alumne: _____

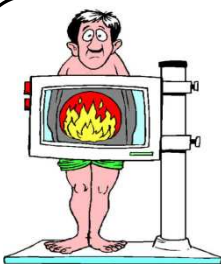
Centre: _____

Data: _____

CRECIM_ Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica

Universitat Autònoma de Barcelona

Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), juny 2010



Després de menjar abundantment, molt picant, o enmig d'un període d'estrès, algunes persones experimenten una sensació de cremor a l'estómac. Col·loquialment es parla d'acidesa estomacal i, pot arribar a esdevenir un problema greu i molest.

Com pot ser que aquests símptomes de cremor es relacionin amb els àcids? En aquesta pràctica intentarem entendre què hi ha a dins del nostre estómac, què passa quan es té aquesta sensació de cremor i de quines maneres es pot actuar. Resumint, podríem preguntar-nos:

Què succeeix quan l'estómac crema i quina és la millor manera d'actuar?

Què farem per resoldre la nostra pregunta?

A continuació teniu un esquema breu de la pràctica que, com podeu observar, s'estructura en preguntes. A mesura que anem responnent cada qüestió, tindrem més informació per poder respondre la nostra pregunta inicial.

1. Com és el pH del nostre estómac en relació a altres substàncies?
2. Quin tipus d'àcid hi ha a l'estómac?
3. Com es pot arribar a produir la cremor d'estómac?
4. Els antiàcids, solució o problema?

Al llarg del guió de pràctiques trobareu les icones següents que us aniran guiant en les activitats que heu de realitzar:



Precedeix una pregunta que cal respondre escrivint el que considereu oportú en l'espai en blanc posterior.



Es tracta d'informació relacionada amb la teoria que fem servir.



Són instruccions per al desenvolupament correcte de la pràctica que cal seguir.



Quan arribeu a aquest símbol significa que us heu d'esperar perquè es farà una posada en comú de tot el que s'ha realitzat.

1. Com és el pH del nostre estómac en relació a altres substàncies?



Alguna vegada o altra hem sentit a dir que un xampú o un sabó és bo perquè té un determinat pH o, en canvi, és perjudicial perquè té un altre pH concret. En aquest apartat mesurarem el pH d'alguns productes que fem servir a casa i el compararem amb el pH del nostre estómac.

Per a mesurar el pH dels productes que teniu sobre la taula farem servir un equip de captació automàtica de dades, com el que teniu dibuixat a la figura 1 i diferents tipus d'indicadors àcid – base.

Figura 1. Esquema de la connexió del sensor de pH a l'adaptador i a la consola



Un indicador és una substància que, mitjançant un canvi de color, realitza una estimació del pH d'una dissolució. El color que pren l'indicador, doncs, depèn del valor del pH i del propi indicador.



En el full que teniu al costat de l'ordinador trobareu les indicacions per a utilitzar l'equip de captació automàtica de dades (Multilog) i la llegenda de colors dels indicadors que fareu servir. Seguiu els passos indicats i, per cada dissolució, mesureu el pH de manera qualitativa i quantitativa.



A partir dels resultats que aneu obtenint, ompliu la taula següent.

Resultats de la determinació del pH							
	QUALITATIVA						QUANTITATIVA
	Paper indicador		Ataronjat de metil		Fenolftaleïna		Sensor de pH
	Color	pH	Color	pH	Color	pH	
Suc de llimona							
Vinagre							
Anticalç							
Llet							
Cafè							
Sals digestives							
Detergent							
Desembussador de canonades							
Salfumant							



Com sabeu, el pH és un valor que normalment s'utilitza per classificar productes segons la seva acidesa. De les substàncies anteriors, quines són àcides, bàsiques o neutres? Expliqueu el criteri que heu utilitzat per classificar-les.

Àcids	Bases	Neutre



Busqueu a Internet quin és pH habitual de l'estómac i compara aquest valor amb els que has obtingut. Com és el pH del nostre estómac en relació a altres substàncies?



Explica amb les teves paraules què et sembla que expressa el pH que has mesurat.



Espereu-vos a la posada en comú.



Després de la posada en comú, com explicaríeu què és el pH?



Quina diferència hi ha entre una base i un àcid?

2. Quin tipus d'àcid hi ha a l'estómac?

En l'apartat anterior hem mesurat el pH de diferents àcids i bases. Els valors que hem obtingut han estat específics en cada cas, però, per què és així? En aquest apartat aprofundirem més en el motiu d'aquestes diferències i reflexionarem sobre quin tipus d'àcid pot haver a l'estómac.

Sobre la taula teniu dues solucions d'àcid clorhídric (HCl) i d'àcid acètic (CH₃COOH) en la mateixa concentració.



Mesureu el pH de cada dissolució amb l'equip Multilog, i anoteu els resultats.

pH àcid acètic:

pH àcid clorhídric:

El pH més elevat correspon a :

2.1. Per què el valor del pH és diferent segons sigui l'àcid?



Recordeu que el pH és una manera d'expressar la concentració de protons H^+ en una dissolució aquosa. Una solució té més concentració de protons quan el seu pH és més baix.

Per intentar respondre la nostra pregunta haurem de valer-nos dels conceptes que ja sabem fins ara.



D'on provenen els protons de cada àcid? Escriu les reaccions que creieu que experimenten aquests compostos en solució i explica-les.



Anomenem àcid a aquelles partícules (molècules o ions) que cedeixen protons (H^+). Anomenem bases a aquelles partícules (molècules o ions) que accepten protons.

2.2. I amb les bases, també passa el mateix?

Sobre la taula teniu dues solucions d'amoníac (NH_3) i d'hidròxid de sodi ($NaOH$) en la mateixa concentració.



Què creieu que passarà si mesureu el pH d'aquestes dues solucions? Justifiqueu la vostra resposta.



Ara mesureu el pH de cada dissolució amb l'equip Multilog, i anoteu els resultats.

pH amoníac:

pH hidròxid de sodi:



D'on provenen ara els protons que mesura l'elèctrode? Escriviu les reaccions que creieu que experimenten aquests compostos en solució.

2.3. Reflexionem-hi!



Si els dos àcids tenen la capacitat de donar un protó a l'aigua i estan en la mateixa concentració per què creieu que hi ha una diferència entre els valors del seu pH? I entre les dues bases?



Discutiu com podríeu relacionar el fet que dos àcids en la mateixa concentració tinguin pHs diferents amb la idea d'equilibri químic i escriviu aquesta relació.



Com explicaries, a nivell molecular, el que succeeix entre la base pura i l'aigua?



Tenint en compte el valor del pH de l'estómac que heu trobat en la part anterior, quin dels dos tipus d'àcids que hem vist a l'apartat 2.1. creieu que hi ha a l'estómac? Justifiqueu la vostra resposta.



Com explicaríeu el fet que l'àcid de l'estómac, en condicions normals, no produeixi cap tipus d'efecte sobre el mateix estómac?



Espereu-vos a la posada en comú.



Amb tot el que s'ha comentat en la posada en comú i allò que consideris més important, torna a escriure què vol dir per a tu equilibri químic. Utilitza les següents paraules:

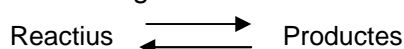
Reversible

Reaccions oposades

Simultaneïtat



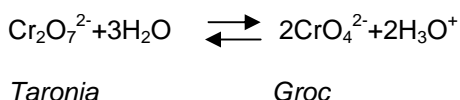
Recordeu que en qualsevol reacció, les partícules que formen els reactius (àtoms, molècules o ions) es mouen contínuament en qualsevol direcció i **col·lisionen** entre elles. En aquests xocs es poden formar i trencar enllaços i aquest procés dóna lloc als productes de la reacció. Els productes formats també es continuen movent per l'entorn i poden tornar a col·lisionar entre ells per tornar a donar reactius. Quan això últim succeeix diem que la reacció és **reversible** i l'expressem de la manera següent:



3. Com es pot arribar a produir la cremor d'estómac?

Tot i que d'entrada hem simplificat el funcionament de l'estómac, en realitat, en aquest òrgan hi intervenen un munt de reaccions químiques, algunes de les quals serveixen per produir l'àcid dels sucgàstrics. **A la natura la majoria de les reaccions són reversibles i d'equilibri.** Per aquest motiu, en aquest apartat intentarem esbrinar de quines maneres es pot intervenir en un equilibri químic.

Per fer-ho més senzill ens fixarem en la reacció següent:



De quines maneres se us acut que es podria alterar aquest equilibri? Com afectarien aquestes modificacions a la reacció global?



Quan parlem **d'alterar l'equilibri** ens referim a aconseguir variar la concentració d'algun dels productes o reactius. **constant.**

3.1. Dissenyem i posem en pràctica l'experiment



Poseu en pràctica, en la mesura del possible, les modificacions que heu proposat en la pregunta anterior en la solució de dicromat de sobre la taula i responeu la graella següent:

Tipus de modificació	Què crec que passarà?	Què passa?	Per què passa?

3.1.1. Què podem fer perquè tornar a tenir una proporció major de reactiu?



De quines maneres se us acut que es podrien modificar els casos descrits en la taula anterior per a tornar a tenir una major proporció de dicromat?



Poseu en pràctica, en la mesura del possible, les modificacions que heu proposat en la pregunta anterior en la solució de dicromat de sobre la taula i responeu la graella següent:

Tipus de modificació	Què crec que passarà?	Què passa?	Per què passa?

3.2. Reflexionem-hi!



En tots els casos anteriors, es pot considerar que la reacció del cromat – dicromat està en equilibri? Justifica la teva resposta



Quina relació creus que pot tenir el que has observat en aquest apartat amb el fet que aparegui la cremor d'estómac?



Espereu-vos a la posada en comú.



Diem que una reacció reversible està en **equilibri** quan la velocitat en la que els reactius reaccionen per donar els productes és la mateixa que la velocitat en que els productes reaccionen per donar reactius. Per aquest motiu, totes les concentracions es mantenen constants en el temps i diem que l'equilibri químic és **dinàmic**.

4. Els antiàcids, solució o problema?

A les farmàcies i a la televisió sovint s'anuncien medicaments que prometen solucions eficaces contra la cremor d'estómac.



A la llum del que has estudiat, què creus que hauria de contenir un medicament antiàcid? Justifica la teva resposta.



Com hauria d'actuar un antiàcid respecte el pH de l'estómac?



Proveu de realitzar l'experiència que proposa en la pregunta anterior: Afegiu uns 10 mL d'àcid clorhídric en un vas de precipitats petis. Mesureu el pH amb el Multilog i afegiu un comprimit d'antiàcid. Agiteu la dissolució mentre realitzeu la mesura.



Quina és la variació total del pH al llarg de 5 minuts?



Quins efectes beneficiosos i quins efectes nocius pot tenir l'ús d'antiàcids de manera habitual?



De quines altres maneres se t'acut que es podria disminuir la cremor d'estómac?

5. Posem-hi ordre!

Durant la pràctica hem anat veient els següents aspectes:

- Com és el pH del nostre estómac en relació a altres substàncies
- Com és l'àcid que hi ha a l'estómac?
- Com es pot arribar a produir la cremor d'estómac
- I com actuen els antiàcids.



Escriu dues idees que creus que has après, que t'han sorprès o que consideres que són les més importants de la pràctica que has fet.

Per acabar respondrem la nostra pregunta inicial: Què succeeix quan l'estómac crema i quina és la millor manera d'actuar?



Per tal de respondre a la pregunta de la manera més complerta possible, utilitzarem una tècnica de síntesi anomenada V de Gowin. Sobre la taula teniu un exemple d'una possible utilització. Seguint els models, completeu la vostra V de Gowin:

8.2. SEGONA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA



PROJECTE REVIR - EQ3. QUÍMICA

Dissenyat per a alumnes de Batxillerat

L'equilibri químic i el nostre entorn

Nom de l'alumne: _____

Centre: _____

Data: _____

CRECIM_ Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica

Universitat Autònoma de Barcelona

Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), juny 2010

És probable que si diem “equilibri” et vinguin al cap un munt de situacions que es podrien descriure mitjançant aquesta paraula. Efectivament, en la nostra vida acostumem a sentir-la de manera habitual: equilibri emocional, equilibri de forces, equilibri de mercats, fer equilibrismes, dieta equilibrada...

Fa un parell d'anys, va sortir al diari una notícia que es titulava de la manera següent:

LA CONTRIBUCIÓ DELS PEIXOS A L'EQUILIBRI QUÍMIC DELS OCEANS PODRIA SER CLAU.

Fins ara, aquesta contribució hauria estat subestimada, segons un estudi de la Universitat d'Exeter, al Regne Unit, publicat a la revista “Science”.

En aquesta notícia apareix el terme anterior amb un matís diferent: l'equilibri químic. El reportatge ens planteja una sèrie de dubtes: què pot tenir a veure l'equilibri amb la química i els oceans? Què deuen provocar els peixos?... En aquesta pràctica intentarem anar aprofundint sobre aquests conceptes per tal de respondre la pregunta següent:

Quines característiques ha de tenir l'equilibri químic i quina importància té en els oceans?

Què farem per resoldre la nostra pregunta?

Al llarg de la pràctica estudiarem diverses reaccions que ens aniran donant indicacions per respondre la nostra pregunta. També farem servir un equip de captació automàtica de dades per recollir informació més precisa i un programa que ens ajudarà a plasmar de manera esquemàtica les nostres conclusions finals.

En aquest guió de pràctiques que teniu entre mans trobareu les icones següents que us guiaran en les activitats que heu de realitzar:



Precedeix una pregunta que cal respondre escrivint el que considereu oportú en l'espai en blanc posterior.



Són instruccions per al desenvolupament correcte de la pràctica que cal seguir.



Quan arribeu a aquest símbol significa que us heu d'esperar perquè es farà una posada en comú de tot el que s'ha realitzat.

1. Què podem dir de l'equilibri químic?



Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior. Què creus que volen dir els autors quan parlen d'equilibri químic i què pot tenir a veure amb els oceans?

Segurament hauràs deduït que l'equilibri químic ha de tenir alguna relació amb algun tipus de reaccions químiques. En aquest apartat ens fixarem en una reacció concreta, que es classifica com d'equilibri, per tal d'extreure'n característiques que puguem aplicar posteriorment.



Afegiu una mica de solució de dicromat en un tub d'assaig i, a continuació afegiu una mica de la dissolució d'hidròxid de sodi.



Què ha passat? Com ho interpretaries?

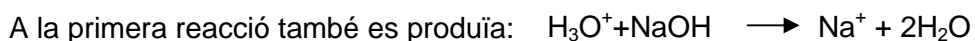
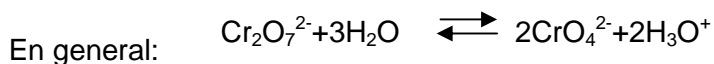


Ara afegiu una mica de solució d'àcid clorhídric al mateix tub en el que heu treballat abans i observeu què succeeix.



Què ha passat? Com ho interpretaries?

Sabent que les reaccions que heu observat es poden expressar de la manera següent:



Com explicaríeu els canvis de color que heu observat a partir de la informació que us proporciona l'equació de la reacció?



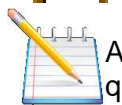
Quan es podria considerar que la reacció entre el dicromat i l'aigua, o entre el cromat i els cations d'hidrogen ha finalitzat?



Quina relació creus que hi ha entre el que has observat i l'equilibri químic?



Espereu-vos a la posada en comú.



A partir del que s'ha comentat en la posada en comú, com definiríeu què és l'equilibri químic?

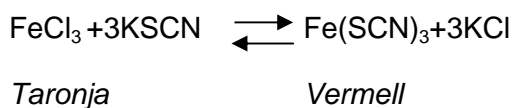


De quina manera heu aconseguit desplaçar la reacció del dicromat cap als productes o reactius?

1.1. Posem-ho en pràctica!

En l'apartat previ, hem experimentat amb una reacció d'equilibri intentant desplaçar-la cap a un sentit o un altre mitjançant canvis de concentració. En aquesta part, intentarem aplicar les nostres conclusions anteriors per intervenir de nou en una altra reacció.

La reacció que treballarem en aquest apartat es resumeix de la manera següent:



A la llum del que heu treballat en l'apartat anterior, de quines maneres se us acut que es pot intervenir en l'equilibri proposat i quins resultats creieu donarien?

Modificació proposada	Què crec que passarà?



Ara provareu de realitzar les modificacions de la reacció que heu proposat en la pregunta anterior.



Barregeu una gota de dissolució de FeCl_3 amb una gota de dissolució de KSCN en un tub d'assaig i afegiu-hi aigua destil·lada (quasi les $\frac{3}{4}$ parts del tub) fins que el color sigui d'un marró - ataronjat pàl·lid.

Repartiu el contingut del tub d'assaig en tantes parts segons les modificacions voleu realitzar. Penseu a reservar-ne un per mantenir-lo de referència com a color original.



Ompliu la taula següent amb les propostes de la pregunta anterior i els resultats experimentals.

Modificació proposada	Què passa?	Per què crec que passa?



Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?



Quina relació creieu que hi ha entre el que heu estat observant en aquest apartat i les conclusions de l'apartat anterior.



Espereu-vos a la posada en comú.



Quina relació creus que té la demostració que ha fet el/la professor/a a classe amb l'equilibri químic?

2. Un cas concret: els equilibris àcid - base

La notícia que hem començat a llegir en la introducció de la pràctica segueix de la manera següent:

(...) Els oceans absorbeixen aproximadament una tercera part del diòxid de carboní derivat de l'activitat humana. Tot i que aquest fet sigui positiu per l'atmosfera, ja que rebaixa la quantitat de CO_2 a l'aire, és perjudicial pels organismes marins, ja que el CO_2 quan es dissol adopta una molècula d'aigua i es transforma en àcid carbònic (H_2CO_3). L'augment de l'acidesa provoca un deteriorament dels ecosistemes marins que pot tenir conseqüències dramàtiques. (...)

En els apartats anteriors ens hem centrat en el que volia dir equilibri químic. La notícia que hem estat llegint es centra en un cas ben concret d'equilibri químic: el dels àcids i les bases. En aquest apartat, intentarem aprofundir més sobre què caracteritza un àcid i una base per poder respondre la nostra pregunta inicial.



Què vol dir per a tu “àcid” i “base”?



Si afegim hidròxid de sodi sòlid (NaOH) a un vas que conté una mica d'aigua, què creus que passarà? Escribeu les equacions de les reaccions implicades.



Es pot considerar que en el cas anterior s'estableix algun tipus d'equilibri entre els components que es troben en solució? Justifiqueu la vostra resposta.



Ara, imaginem-nos que afegim àcid acètic a un vas que conté una mica d'aigua, què creus que passarà? Escribeu les equacions de les reaccions implicades.



En aquest nou cas, es pot considerar que s'estableix algun tipus d'equilibri entre els components que es troben en solució? Justifiqueu la vostra resposta.



Quin paper creus que juga l'aigua en aquests dos casos?



A partir del que insinua la notícia, quins equilibri creus que s'estableixen quan l'àcid carbònic (H_2CO_3) es troba en aigua?



Espereu-vos a la posada en comú.



A quines conclusions heu arribat després de la posada en comú?

2.1. Comparem àcids i bases: el pH.



Figura 1. Esquema de la connexió del sensor de pH a l'adaptador i a la consola

Tal i com hem comentat en la posada en comú anterior, la quantitat de protons en aigua ens serveix per comparar àcids i bases ja sigui entre si com amb bases i àcids respectivament. De la mateixa manera, una altra forma d'expressar la concentració de protons és a partir del pH.

A partir d'ara utilitzarem un equip de captació automàtica de dades, com el que teniu dibuixat a la figura 1, que ens donarà el valor del pH de la dissolució que estiguem mesurant. En el full que teniu al costat de l'ordinador, trobareu les instruccions per posar en marxa l'equip i configurar-lo.

Comparació del pH de dues bases diferents



Mesureu el pH d'una dissolució d'amoníac (NH_3) i d'una dissolució d'hidròxid de sodi (NaOH) a la mateixa concentració.



Quins resultats heu obtingut?

pH amoníac:

pH hidròxid de sodi:



Quines reaccions es donen quan l'hidròxid de sodi es troba en aigua? I amb l'amoníac?



A partir dels resultats experimentals, i d'observar els termes de la pregunta anterior, com podríeu interpretar que el valor del pH sigui diferent malgrat que les dues substàncies estiguin en la mateixa concentració?



D'on provenen els protons que mesura l'equip Multilog en el cas de l'amoníac?

Variació del pH amb els canvis de color del dicromat.



Torneu a preparar un vas amb una mica de solució de dicromat. Realitzeu les mateixes modificacions de l'apartat 2 i observeu com varia el valor del pH amb els canvis de color



Quina relació hi ha entre el pH i els canvis de colors de la reacció?



Espereu-vos a la posada en comú



A quines conclusions heu arribat amb la posada en comú?

2.2. Quins àcids i quines bases del nostre entorn coneixem?

En aquest apartat, aprofitarem l'equipament Multilog que ja hem fet servir en l'apartat anterior i mesurarem el pH de diversos productes que normalment tenim a casa per poder classificar-los en base a la seva acidesa. Per realitzar les mesures, també farem servir dos indicadors que ens donaran indicacions sobre del pH d'una altra manera, tal i com s'especifica en el full adjunt.



Repartiu-vos les substàncies entre els dos equips de la mateixa taula i anoteu els seus valors del pH en la taula següent:

Resultats de la determinació del pH							
QUALITATIVA							QUANTITATIVA
	Paper indicador		Ataronjat de metil		Fenolftaleïna		Sensor de pH
	Color	pH	Color	pH	Color	pH	
Desembussador de canonades (NaOH)							
Llet							
Sals digestives (bicarbonat)							
Detergent							
Cafè							
Vinagre							
Suc de llimona							
Anticalç							
Salfumant (HCl)							

2.3. I quin paper juguen els peixos?

En el primer punt, hem estat treballant alguns aspectes de l'equilibri químic. En aquest apartat ens hem fixat en un tipus d'equilibri concret, el dels àcids i les bases per tal de respondre la nostra pregunta inicial.



Tal i com hem descrit anteriorment, l'àcid carbònic estableix una sèrie d'equilibris en aigua, de quina manera podrien contribuir els peixos a rebaixar l'acidesa dels oceans?



Espereu-vos a la posada en comú

3. Conclusions

En aquest apartat, recollirem les conclusions finals de la pràctica mitjançant el programa Inspiration, que teniu a l'escriptori, que ajuda a realitzar mapes conceptuals i esquemes.

Utilitzant aquesta eina intentarem respondre pregunta inicial:

Quines característiques ha de tenir l'equilibri químic i quina importància té en els oceans?

Per acabar, a partir de les propostes de cada grup intentarem realitzar un mapa conceptual conjunt.

8.3. TERCERA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA



PROJECTE REVIR - EQ3. QUÍMICA

Dissenyat per a alumnes de Batxillerat

Els oceans i l'equilibri químic

Nom de l'alumne: _____
Nom dels companys del grup: _____
Centre: _____
Data: _____

CRECIM_ Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica
Universitat Autònoma de Barcelona
Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), juny 2010

És probable que si diem “equilibri” et vinguin al cap un munt de situacions que es podrien descriure mitjançant aquesta paraula. Efectivament, en la nostra vida acostumem a sentir-la de manera habitual: equilibri emocional, equilibri de forces, equilibri de mercats, fer equilibris, dieta equilibrada...

Fa un parell d'anys, va sortir al diari la notícia següent:

LA CONTRIBUCIÓ DELS PEIXOS A L'EQUILIBRI QUÍMIC DELS OCEANS PODRIA SER CLAU.

Fins ara, aquesta contribució hauria estat subestimada, segons un estudi de la Universitat d'Exeter, al Regne Unit, publicat a la revista "Science".

En aquesta notícia apareix el terme anterior amb un matís diferent: l'equilibri químic. El reportatge ens planteja una sèrie de dubtes: què pot tenir a veure l'equilibri amb la química i els oceans? Què deuen provocar els peixos?... En aquesta pràctica intentarem anar aprofundint sobre aquests conceptes per tal de respondre la pregunta següent:

De quina manera contribueixen els peixos a l'equilibri químic dels oceans?

Què farem per resoldre la nostra pregunta?

Al llarg de la pràctica estudiarem diverses reaccions que ens aniran donant indicacions per respondre la nostra pregunta. També farem servir un equip de captació automàtica de dades per recollir informació més precisa i un programa que ens ajudarà a plasmar de manera esquemàtica les nostres conclusions finals.

En aquest guió de pràctiques que teniu entre mans trobareu les icones següents que us guiaran en les activitats que heu de realitzar:



Precedeix una pregunta que cal respondre escrivint el que considereu oportú en l'espai en blanc posterior.



Són instruccions per al desenvolupament correcte de la pràctica que cal seguir.



Quan arribeu a aquest símbol significa que us heu d'esperar perquè es farà una posada en comú de tot el que s'ha realitzat.

1. Què podem dir de l'equilibri químic?



Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior i respon: Què és per a tu l'equilibri químic i quina relació creus que pot tenir amb els oceans i els peixos?

1.1. Explorem una reacció d'equilibri

Segurament hauràs deduït que l'equilibri químic ha de tenir alguna relació amb les reaccions químiques. En aquest apartat ens fixarem en una reacció concreta que es considera que es troba en equilibri per tal d'extreure'n característiques que puguem aplicar posteriorment.



Afegiu una mica de solució de dicromat de potassi en un tub d'assaig i, a continuació afegiu una mica de la dissolució d'hidròxid de sodi.



Què ha passat?

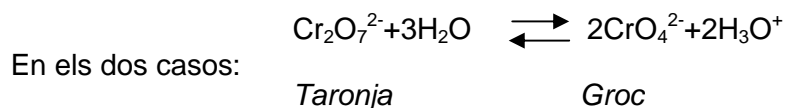


Ara afegiu una mica de solució d'àcid clorhídric al mateix tub en el que heu treballat abans i observeu què succeeix.



Què ha passat?

Sabent que les reaccions que han tingut lloc es poden expressar de la manera següent:



A la primera reacció també es produïa: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$



Com explicaríeu els canvis de color que heu observat a partir de la informació que us proporciona les equacions de la reacció?



Quan es podria considerar que la reacció entre el dicromat i l'aigua, o entre el cromat i els cations d'hidrogen ha finalitzat?



Espereu-vos a la posada en comú.

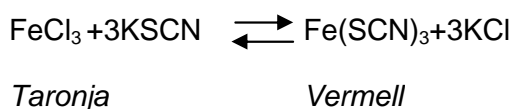


A partir del que s'ha comentat en la posada en comú, com tornàrieu a definir què és l'equilibri químic?

1.2. Posem-ho en pràctica!

En l'apartat previ, hem experimentat amb una reacció d'equilibri intentant desplaçar-la cap a un sentit o un altre mitjançant canvis de concentració. En aquesta part, intentarem aplicar les nostres conclusions anteriors per intervenir de nou en una altra reacció.

La reacció que treballarem en aquest apartat es resumeix de la manera següent:



A la llum del que heu treballat en l'apartat anterior, de quines maneres se us acut que es pot intervenir en l'equilibri proposat i quins resultats creieu que podríem obtenir?

Modificació proposada	Què crec que passarà?

Ara provareu de realitzar les modificacions de la reacció que heu proposat en la pregunta anterior.



Barregeu una gota de dissolució de FeCl_3 amb una gota de dissolució de KSCN en un tub d'assaig i afegiu-hi aigua destil·lada (quasi les $\frac{3}{4}$ parts del tub) fins que el color sigui d'un

marró - ataronjat pàl·lid.

Repartiu el contingut del tub d'assaig en tantes parts segons les modificacions voleu realitzar. Penseu a reservar-ne un per mantenir-lo de referència com a color original.



Ompliu la taula següent amb les propostes de la pregunta anterior i els resultats experimentals.

Modificació proposada	Què passa?	Per què crec que passa?



Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?



Quina relació creieu que hi ha entre el que heu estat observant en aquest apartat i les conclusions de l'apartat anterior?



Espereu-vos a la posada en comú.



Escriu quines característiques ha de complir una reacció perquè puguem dir que està en equilibri químic. Podeu fer servir els exemples descrits a la posada en comú si us serveixen per explicar-ho millor.

2. Un cas concret: els equilibris àcid - base

La notícia que hem començat a llegir en la introducció de la pràctica segueix de la manera següent:

(...) Els oceans absorbeixen aproximadament una tercera part del diòxid de carboni que hi ha a l'atmosfera. Tot i que aquest fet sigui positiu, ja que rebaixa la quantitat de CO_2 a l'aire, és perjudicial pels organismes marins: el CO_2 quan es dissol en aigua es transforma en àcid carbònic (H_2CO_3). L'augment de l'acidesa provoca un deteriorament dels ecosistemes marins que pot tenir conseqüències dramàtiques (...)



En els apartats anteriors ens hem centrat en el que volia dir equilibri químic però ara, la notícia ens presenta un cas particular d'equilibri químic: el dels àcids i les bases. En aquest apartat, intentarem aprofundir més sobre les característiques concretes d'aquest nou equilibri i per poder deduir quines conseqüències pot causar en els oceans.



A partir de les equacions anteriors per què podem dir que el H_2CO_3 és un àcid?

2.1. Tots els àcids i bases que es troben en solució també es troben en equilibri?



Figura 1. Esquema de la connexió del sensor de pH a l'adaptador i a la consola

Respondrem aquesta pregunta de manera indirecta a partir de la comparació de diferents pHs. El pH, com sabeu, es tracta d'un valor que es relaciona amb la quantitat de cations d'hidrogen en aigua. Per tant, si dues solucions tenen la mateixa concentració i estan igualment dissociades tindran el mateix pH. És a dir, comparar pH de solucions de la mateixa concentració equival a comparar graus de dissociació de l'àcid o la base. Aquest nivell de dissociació la podem relacionar amb el desplaçament de l'equilibri químic cap als productes o cap als reactius.

Per facilitar la mesura, a partir d'ara utilitzarem un equip de captació automàtica de dades, com el que teniu dibuixat a la figura 1 que ens donarà el valor del pH de la dissolució que estiguem mesurant. En el full que teniu al costat de l'ordinador, trobareu les instruccions per posar en marxa l'equip i configurar-lo.

RECORDEM-HO! El pH es defineix matemàticament com $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ i, per tant, és es relaciona amb la quantitat de cations hidrogen que hi ha en el medi aquós. Quants més cations hidrogen hi ha en el medi, el valor del pH és més baix.

RECORDEM-HO! Considerem que són àcides totes aquelles molècules que són capaces de cedir almenys un catió hidrogen al medi i bàsiques aquelles que són capaces de captar almenys un catió hidrogen del medi.



Measureu el pH d'una dissolució d'amoniac (NH_3) i d'una dissolució d'hidròxid de sodi (NaOH) a la mateixa concentració.



Quins resultats heu obtingut?

pH amoniac:

pH hidròxid de sodi:



Quines reaccions es produeixen quan dissolem hidròxid de sodi en aigua? I quan dissolem amoniac?



A partir dels resultats experimentals del pH i de les equacions de les reaccions que acabeu d'escriure expliqueu com podem interpretar que el valor del pH sigui diferent malgrat que les dues substàncies estiguin en la mateixa concentració?



Espereu-vos a la posada en comú.

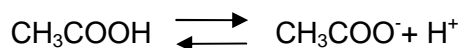


A partir del que s'ha exposat en la posada en comú expliqueu de quina manera podem relacionar els àcids i les bases amb l'explicació d'equilibri químic que hem comentat anteriorment.

2.2. Com es pot quantificar un equilibri?

En l'apartat anterior, a partir de les diferències en els valors del pH, hem arribat a la conclusió de que el grau de dissociació de diferents reaccions d'equilibri àcid – base no sempre és el mateix.

En aquest apartat volem comparar dos sistemes que estan en equilibri: el de l'àcid acètic i l'àcid carbònic. Per tant, necessitem basar-nos en una dada quantitativa per poder fer-ho. Aquesta dada és la constant d'equilibri que, com sabeu, és una relació que s'estableix entre la concentració de productes i la concentració de reactius. La constant d'equilibri per als àcids es diu constant d'acidesa i, per a la reacció



es defineix de la manera següent:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-][\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$



Quina informació podem extreure d'una constant d'acidesa que tingui un valor de $K_a=10^3$ tenint en compte la definició anterior? I d'una altra que tingui un valor de $K_a=10^{-4}$?



Utilitzant l'equip de captació de dades i el sensor, mesureu el pH d'una dissolució d'àcid acètic 0.1M. A partir del resultat obtingut i de la fórmula del pH, ompliu la taula següent i calculeu la constant d'acidesa (K_a)

pH=

$[\text{H}^+]=$

	CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
Concentració inicial	0,1 M		
Concentració equilibri			

$K_a=$

2.3. Podem fer variar la constant d'equilibri?

A continuació, seguint amb el cas de l'àcid acètic, ens preguntem de quines maneres es podria modificar la constant d'equilibri.



Quines variables creus que poden modificar la constant d'equilibri i quines no?

Utilitzarem una aplicació que simula un laboratori i ens permet treballar amb condicions més extremes. Amb aquesta eina modificareu les variables que heu considerat en la pregunta anterior i comprovareu si la proporció entre els productes i els reactius es modifica.



Ompliu la taula següent amb els valors que heu obtingut de cada espècie present a l'equilibri per a cada variable que considereu i calculeu-ne la constant.

Variable considerada	$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}}$	$[\text{CH}_3\text{COO}]_{\text{eq}}$	$[\text{H}^+]_{\text{eq}}$	K_a
----------------------	--	---------------------------------------	----------------------------	-------



Quines variables han modificat la constant d'equilibri segons els resultats de la taula anterior?



Espereu-vos a la posada en comú

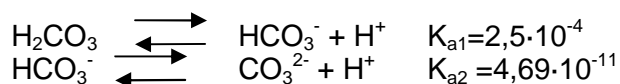


Després de la posada en comú expliqueu què és la constant d'equilibri i quines variables la poden modificar.

2.4. Per acabar, quin paper juguen els peixos?

(...) Tot i que en conjunt s'ha detectat un augment de l'acidesa de l'aigua dels oceans, en aquells indrets on hi viuen molts peixos, aquest augment és molt menor que en la resta. Aquest fet ha dut a la comunitat científica a pensar que aquests éssers vius poden contribuir d'alguna manera a pal·liar els efectes nocius de l'absorció del CO_2 atmosfèric. (...)

L'àcid carbònic (H_2CO_3) experimenta dos equilibris quan està dissolt en aigua



Compara les dues constants d'equilibri de l'àcid carbònic amb la constant que has obtingut de l'àcid acètic. L'àcid carbònic en dissolució alliberarà més o menys protons que l'àcid acètic? Justifica la teva resposta



A partir del concepte d'equilibri químic que hem estat estudiant i sabent que els peixos emeten carbonats al medi amb les seves excrecions, raoneu i escriviu per què aquesta acció acaba provocant una disminució dels cations d'hidrogen a l'aigua.

Ara ja sabem més sobre què és l'equilibri químic i com el podem desplaçar, alterar i quantificar. En aquest apartat, tot interpretant la notícia, intentarem simular l'efecte que provoquen els peixos.

Dissenyem un experiment!

Compararem l'evolució del pH quan s'absorbeix CO_2 en dos sistemes: en el primer només hi haurà aigua i en el segon simulareu l'efecte dels peixos afegint les substàncies que creieu necessàries tenint en compte les vostres respostes de la pregunta anterior.



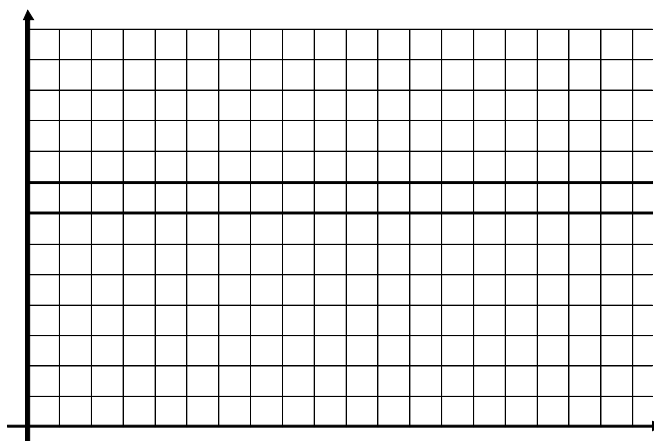
Disposeu d'una palleta que fareu servir per accelerar el procés d'absorció del CO_2 . Abans de començar, **parleu del vostre experiment amb un professor.**



Com creieu que variarà el pH al llarg del temps en el sistema on només hi ha aigua? I en el sistema en que es simula l'acció dels peixos?



Què ha passat? Dueu a terme el vostre experiment i dibuixeu les gràfiques obtingudes a continuació:



Esperem-vos a la posada en comú

3. Conclusions

En aquest apartat, recollirem les conclusions finals de la pràctica realitzant un mapa conceptual mitjançant el programa *Inspiration* que teniu a l'escriptori.

Utilitzant aquesta eina intentarem respondre pregunta inicial:

De quina manera contribueixen els peixos a l'equilibri químic dels oceans?

Per acabar, a partir de les propostes de cada grup intentarem realitzar un mapa conceptual conjunt.

8.4. QUARTA EDICIÓ DE LA PRÀCTICA



PROJECTE REVIR - EQ3. QUÍMICA

Dissenyat per a alumnes de Batxillerat

Els oceans i l'equilibri químic

Nom de l'alumne: _____
Nom dels companys del grup: _____
Centre: _____
Data: _____

CRECIM_ Centre de Recerca per a l'Educació Científica i Matemàtica
Universitat Autònoma de Barcelona
Bellaterra (Cerdanyola del Vallès), juny 2010

És probable que si diem “equilibri” et vinguin al cap un munt de situacions que es podrien descriure mitjançant aquesta paraula. Efectivament, en la nostra vida acostumem a sentir-la de manera habitual: equilibri emocional, equilibri de forces, equilibri de mercats, fer equilibrismes, dieta equilibrada...

Fa un parell d'anys, va sortir al diari la notícia següent:

LA CONTRIBUCIÓ DELS PEIXOS A L'EQUILIBRI QUÍMIC DELS OCEANS PODRIA SER CLAU.

Fins ara, aquesta contribució hauria estat subestimada, segons un estudi de la Universitat d'Exeter, al Regne Unit, publicat a la revista “Science”.

En aquesta notícia apareix el terme anterior amb un matís diferent: l'equilibri químic. El reportatge ens planteja una sèrie de dubtes: què pot tenir a veure l'equilibri amb la química i els oceans? Què deuen provocar els peixos?... En aquesta pràctica intentarem anar aprofundint sobre aquests conceptes per tal de respondre la pregunta següent:

De quina manera contribueixen els peixos a l'equilibri químic dels oceans?

Què farem per resoldre la nostra pregunta?

Al llarg de la pràctica estudiarem diverses reaccions que ens aniran donant indicacions per respondre la nostra pregunta. També farem servir un equip de captació automàtica de dades per recollir informació més precisa i un programa que ens ajudarà a plasmar de manera esquemàtica les nostres conclusions finals.

En aquest guió de pràctiques que teniu entre mans trobareu les icones següents que us guiaran en les activitats que heu de realitzar:



Precedeix una pregunta que cal respondre escrivint el que considereu oportú en l'espai en blanc posterior.



Són instruccions per al desenvolupament correcte de la pràctica que cal seguir.



Quan arribeu a aquest símbol significa que us heu d'esperar perquè es farà una posada en comú de tot el que s'ha realitzat.

1. Què podem dir de l'equilibri químic?



Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior i respon: Què és per a tu l'equilibri químic i quina relació creus que pot tenir amb els oceans i els peixos?

1.1. Explorem una reacció d'equilibri

Segurament hauràs deduït que l'equilibri químic ha de tenir alguna relació amb les reaccions químiques. En aquest apartat ens fixarem en una reacció concreta que es considera que es troba en equilibri per tal d'extreure'n característiques que puguem aplicar posteriorment.



Afegeix una mica de solució de dicromat de potassi en un tub d'assaig i, a continuació, afegeix una mica de la dissolució d'hidroxid de sodi.



Què ha passat?

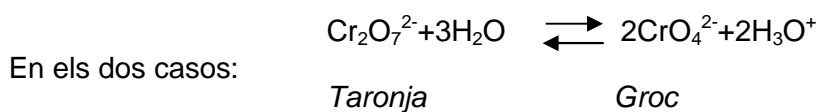


Ara afegiu una mica de solució d'àcid clorhídric al mateix tub en el que heu treballat abans i observeu què succeeix.



Què ha passat?

Sabent que les reaccions que han tingut lloc es poden expressar de la manera següent:



A la primera reacció també es produïa: $\text{H}_3\text{O}^+ + \text{NaOH} \longrightarrow \text{Na}^+ + 2\text{H}_2\text{O}$



Com explicaríeu els canvis de color que heu observat a partir de la informació que us proporciona les equacions de la reacció?



Quan es podria considerar que la reacció entre el dicromat i l'aigua, o entre el cromat i els cations d'hidrogen ha finalitzat? Justifica la teva resposta



Espereu-vos a la posada en comú.

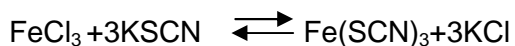


A partir del que s'ha comentat en la posada en comú, com tornàrieu a definir què és l'equilibri químic?

1.2. Posem-ho en pràctica!

En l'apartat previ, hem experimentat amb una reacció d'equilibri intentant desplaçar-la cap a un sentit o un altre mitjançant canvis de concentració. En aquesta part, intentarem aplicar les nostres conclusions anteriors per intervenir de nou en una altra reacció.

La reacció que treballarem en aquest apartat es resumeix de la manera següent:



A la llum del que heu treballat en l'apartat anterior, de quines maneres se us acut que es pot intervenir en l'equilibri proposat i quins resultats creieu que podríem obtenir?

Modificació proposada	Què crec que passarà?

Ara provareu de realitzar les modificacions de la reacció que heu proposat en la pregunta anterior.



Barregeu una mica de dissolució de FeCl_3 amb una mica de dissolució de KSCN en un tub d'assaig i afegiu-hi aigua destil·lada (quasi les $\frac{3}{4}$ parts del tub) fins que el color sigui d'un marró - ataronjat pàl·lid.

Repartiu el contingut del tub d'assaig en tantes parts segons les modificacions voleu realitzar. Penseu a reservar-ne un per mantenir-lo de referència com a color original.



Ompliu la taula següent amb les propostes de la pregunta anterior i els resultats experimentals.

Modificació proposada	Què passa?	Per què crec que passa?



Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?



Quina relació creieu que hi ha entre el que heu estat observant en aquest apartat i les conclusions de l'apartat anterior?



Espereu-vos a la posada en comú.

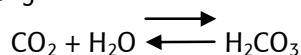


Escriu quines característiques ha de complir una reacció perquè puguem dir que està en equilibri químic. Podeu fer servir els exemples descrits a la posada en comú si us serveixen per explicar-ho millor.

2. Un cas concret: els equilibris àcid - base

La notícia que hem començat a llegir en la introducció de la pràctica segueix de la manera següent:

(...) Els oceans absorbeixen aproximadament una tercera part del diòxid de carboni que hi ha a l'atmosfera. Tot i que aquest fet sigui positiu, ja que rebaixa la quantitat de CO_2 a l'aire, és perjudicial pels organismes marins: el CO_2 quan es dissol en aigua es transforma en àcid carbònic (H_2CO_3) segons la reacció següent:



L'augment de l'acidesa provoca un deteriorament dels ecosistemes marins que pot tenir conseqüències dramàtiques (...)

En els apartats anteriors ens hem centrat en el que volia dir equilibri químic però ara, la notícia ens presenta un cas particular d'equilibri químic: el dels àcids i les bases. En aquest apartat, intentarem aprofundir més sobre les característiques concretes d'aquest nou equilibri i per poder deduir quines conseqüències pot causar en els oceans.



Quin equilibri o equilibris estableix l'àcid carbònic quan es troba en aigua? Escriviu les equacions que expressen l'equilibri químic de dissociació de l'àcid carbònic

RECORDEM-HO! El pH es defineix matemàticament com $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ i, per tant, és es relaciona amb la quantitat de cations hidrogen que hi ha en el medi aquós. Quants més cations hidrogen hi ha en el medi, el valor del pH és més baix.



A partir de les equacions anteriors per què podem dir que el H_2CO_3 és un àcid?

2.1. Tots els àcids i bases que es troben en solució també es troben en equilibri?



Figura 1. Esquema de la connexió del sensor de pH a l'adaptador i a la consola

Respondrem aquesta pregunta de manera indirecta a partir de la comparació de diferents pHs. El pH, com sabeu, es tracta d'un valor que es relaciona amb la quantitat de cations d'hidrogen en aigua. Per tant, si dues solucions tenen la mateixa concentració i estan igualment dissociades tindran el mateix pH. És a dir, comparar pH de solucions de la mateixa concentració equival a comparar graus de dissociació de l'àcid o la base. Aquest nivell de dissociació la podem relacionar amb el desplaçament de l'equilibri químic cap als productes o cap als reactius.

Per facilitar la mesura, a partir d'ara utilitzarem un equip de captació automàtica de dades, com el que teniu dibuixat a la figura 1 que ens donarà el valor del pH de la dissolució que estiguem mesurant. En el full que teniu al costat de l'ordinador, trobareu les instruccions per posar en marxa l'equip i configurar-lo.



Mesureu el pH d'una dissolució d'amoniac (NH_3) i d'una dissolució d'hidròxid de sodi (NaOH) a la mateixa concentració.



Quins resultats heu obtingut?

pH amoníac:

pH hidròxid de sodi:



Quines reaccions es produeixen quan dissolem hidròxid de sodi en aigua? I quan dissolem amoníac?



A partir dels resultats experimentals del pH i de les equacions de les reaccions que acabeu d'escriure expliqueu com podem interpretar que el valor del pH sigui diferent malgrat que les dues substàncies estiguin en la mateixa concentració?



Espereu-vos a la posada en comú.

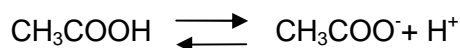


A partir del que s'ha exposat en la posada en comú expliqueu de quina manera podem relacionar els àcids i les bases amb l'explicació d'equilibri químic que hem comentat anteriorment.

2.2. Com es pot quantificar un equilibri?

En l'apartat anterior, a partir de les diferències en els valors del pH, hem arribat a la conclusió de que el grau de dissociació de diferents reaccions d'equilibri àcid – base no sempre és el mateix.

En aquest apartat volem comparar dos sistemes que estan en equilibri: el de l'àcid acètic i l'àcid carbònic. Per tant, necessitem basar-nos en una dada quantitativa per poder fer-ho. Aquesta dada és la constant d'equilibri que, com sabeu, és una relació que s'estableix entre la concentració de productes i la concentració de reactius. La constant d'equilibri per als àcids es diu constant d'acidesa i, per a la reacció



es defineix de la manera següent:

$$K_a = \frac{[\text{CH}_3\text{COO}^-] \cdot [\text{H}^+]}{[\text{CH}_3\text{COOH}]}$$



Quina informació podem extreure d'una constant d'acidesa que tingui un valor de $K_a=10^3$ tenint en compte la definició anterior? I d'una altra que tingui un valor de $K_a=10^{-4}$?



Utilitzant l'equip de captació de dades i el sensor, mesureu el pH d'una dissolució d'àcid acètic 0.1M. A partir del resultat obtingut i de la fórmula del pH, ompliu la taula següent i calculeu la constant d'acidesa (K_a)

pH=

$[\text{H}^+]=$

	CH_3COOH	CH_3COO^-	H^+
Concentració inicial	0,1 M		
Concentració equilibri			

$K_a=$

2.3. Podem fer variar la constant d'equilibri?

A continuació, seguint amb el cas de l'àcid acètic, ens preguntem de quines maneres es podria modificar la constant d'equilibri.



Quines variables creus que poden modificar la constant d'equilibri i quines no?

En aquest apartat, utilitzarem una aplicació que simula un laboratori i ens permet treballar amb condicions més extremes. Amb aquesta eina modificareu les variables que heu considerat en la pregunta anterior i comprovareu si la proporció entre els productes i els reactius es modifica.



Calculeu la constant d'equilibri de l'àcid acètic abans de realitzar cap modificació i compareu-la amb el valor que heu obtingut en la pregunta anterior. Aquest serà el valor de referència que utilitzarem per comparar-lo amb les constants de la pregunta següent.

$K_a =$



Ompliu la taula següent amb els valors que heu obtingut de cada espècie present a l'equilibri per a cada variable que considereu i calculeu la constant.

Variable considerada	$[\text{CH}_3\text{COOH}]_{\text{eq}}$	$[\text{CH}_3\text{COO}]_{\text{eq}}$	$[\text{H}^+]_{\text{eq}}$	K_a
----------------------	--	---------------------------------------	----------------------------	-------



Quines variables han modificat la constant d'equilibri segons els resultats de la taula anterior?



Espereu-vos a la posada en comú

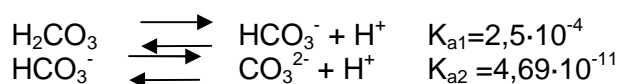


Després de la posada en comú expliqueu què és la constant d'equilibri i quines variables la poden modificar.

2.4. Per acabar, quin paper juguen els peixos?

(...) Tot i que en conjunt s'ha detectat un augment de l'acidesa de l'aigua dels oceans, en aquells indrets on hi viuen molts peixos, aquest augment és molt menor que en la resta. Aquest fet ha dut a la comunitat científica a pensar que aquests éssers vius poden contribuir d'alguna manera a pal·liar els efectes nocius de l'absorció del CO_2 atmosfèric. (...)

L'àcid carbònic (H_2CO_3) experimenta dos equilibris quan està dissolt en aigua



Compara les dues constants d'equilibri de l'àcid carbònic amb la constant que has obtingut de l'àcid acètic. L'àcid carbònic en dissolució alliberarà més o menys protons que l'àcid acètic? Justifica la teva resposta



A partir del concepte d'equilibri químic que hem estat estudiant i sabent que els peixos aporten carbonats al medi amb les seves excrecions, raoneu i escriviu per què aquesta acció acaba provocant una disminució dels cations d'hidrogen a l'aigua.

Ara ja sabem més sobre què és l'equilibri químic i com el podem desplaçar, alterar i quantificar. En aquest apartat, tot interpretant la notícia, intentarem simular l'efecte que provoquen els peixos.

Dissenyem un experiment!

Compararem l'evolució del pH quan s'absorbeix CO_2 en dos sistemes: en el primer només hi haurà aigua i en el segon simulareu l'efecte dels peixos afegint les substàncies que creieu necessàries tenint en compte les vostres respostes de la pregunta anterior. Per poder comparar correctament l'efecte que provoquen els peixos respecte un sistema on no n'hi ha, caldrà tenir present quines variables té el vostre sistema per decidir quines us interessin modificar i quines, en canvi, mantindreu constants.



Disposeu d'una palleta que fareu servir per accelerar el procés d'absorció del CO_2 . Abans de començar, **parleu del vostre experiment amb un professor.**

Annexos



Anoteu a la taula següent quines variables mantindreu constants i quines modificareu.

Variables que cal mantenir constants

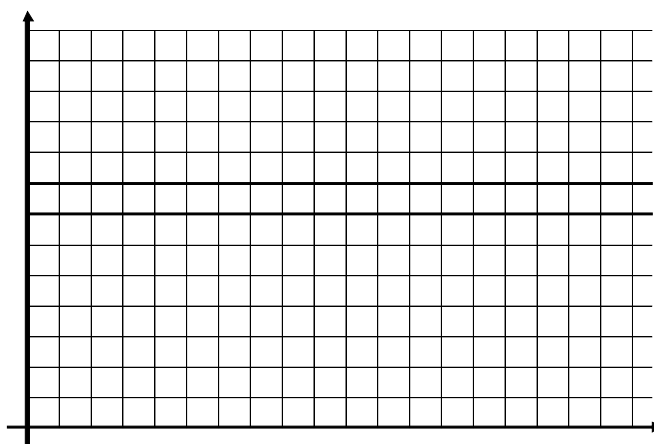
Variables a modificar



Com creieu que variarà el pH al llarg del temps en el sistema on només hi ha aigua? I en el sistema en que es simula l'acció dels peixos?



Què ha passat? Dueu a terme el vostre experiment i dibuixeu les gràfiques obtingudes a continuació:



Espereu-vos a la posada en comú

3. Conclusions

En aquest apartat, recollirem les conclusions finals de la pràctica realitzant un mapa conceptual mitjançant el programa *Inspiration* que teniu a l'escriptori.

Utilitzant aquesta eina intentarem respondre pregunta inicial:

De quina manera contribueixen els peixos a l'equilibri químic dels oceans?

Per acabar, a partir de les propostes de cada grup intentarem realitzar un mapa conceptual conjunt.

8.5. VALORACIONS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE GÈNER

REFLEXIÓ PRÒPIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Introducció: és precipitada. Vaig començar a parlar ràpidament, sense transmetre una sensació de tranquil·litat i anant massa al gra.

Explicació de la tasca a fer: és desendreçada. No es va dir de quin material es disposava, ni algunes indicacions pràctiques alhora de començar a realitzar la pràctica.

Presentació d'Scrapbook: El fet de no disposar d'una presentació com calia va dificultar el desenvolupament de la pràctica. Es va projectar el guió de pràctiques, però no era el mateix.

Ordre en les explicacions: era confús. Per les presses de preparació a últim moment no havia tingut temps d'interioritzar l'estructura de la pràctica i no tenia un esquema mental format de la seqüència d'idees. Això va provocar que anés saltant d'un tema a un altre en el discurs i que, a vegades, no ho expliqués bé.

Característiques de l'alumnat: Els alumnes eren poc receptius a treballar en una metodologia més dialògica. En les posades en comú no participaven gaire per por a equivocar-se (sovint havien de ser les professores que *punxaven* als alumnes perquè responguessin). A més, quan anàvem passant per les taules, s'estimaven més callar i esperar a que passés alguna de les seves professores perquè els expliqués (de manera transmissiva) el que estava passant i què havien de fer.

Van venir alumnes de cursos barrejats: uns 14 alumnes de 1r de Batxillerat i uns 14 alumnes de 2n de Batxillerat. Tot i que tenien força nivell els de 2n, els de 1r encara anaven força fluixos, fet que provocava una heterogeneïtat massa gran en el nivell. Potser hagués estat millor barrejar els grups. El fet és que els nois i noies de 1r eren els que menys participaven i anaven molt perduts (van entendre molt poquet).

Característiques de les professores acompanyants: Les professores, malgrat tenir una actitud receptiva i amable, no combregaven amb la metodologia del REVR i això es notava a l'hora de forçar la participació de l'alumnat. En cap moment se'ls va comentar que els deixessin més tranquils, tot i que, potser, hauria estat el millor.

Temporització: Van arribar tard. La temporització no estava ben ajustada i, només la primera part, va durar quasi 1h i 30min. Per la propera vegada es dividiran les substàncies a analitzar entre dos grups de taules (es compartiran els resultats). La resta de la pràctica vam haver de córrer. Em vaig deixar per explicar l'analogia del jardí i les pomes i de passar el vídeo on es posa de manifest la manca de visió de la simultaneïtat. En general crec que no vaig saber transmetre bé el model d'equilibri químic i que els alumnes, sobretot els de 2n, no es van endur res de nou del que ja sabien (per tant, l'objectiu de treballar el model d'equilibri químic no es va assolir). Crec que em faltava reflexionar sobre el model d'equilibri químic i per què necessitem utilitzar-lo per explicar els fenòmens que observem. En aquest darrer sentit, em vaig trobar en algun moment fent servir una estratègia docent més transmissiva per apropar-los al model (aquí també influeix el factor de que els alumnes no col·laboraven gaire).

Realitzant la pràctica em vaig adonar de que, si bé a la literatura hi ha molts articles que tracten sobre la dificultat d'entendre el model d'equilibri químic, a la pràctica també hi ha una dificultat molt gran per fer assequible aquest model als nois i noies i no "imposar-lo".

Per altra banda, no vam tenir temps d'acabar la pràctica. De fet ens vam quedar en l'apartat 3.

Context: El context va fracassar una mica (o no vaig saber donar-li prou rellevància). Potser, si l'objectiu és treballar l'equilibri químic, caldria centrar-se més en aquest aspecte i deixar de banda els àcids i les bases (proposar una visió més global de molts tipus de reaccions on intervé l'equilibri químic i anar fent aproximacions).

Dinàmica de la classe: Alguns alumnes, especialment els que estaven asseguts a les taules que queden a les cantonades dels laboratoris, reien i no estaven atents a la pràctica. Una professora, la més jove, a vegades els seguia una mica el fil. Potser és perquè el nombre d'alumnes era excessiu (28) o perquè es van sentir fora de lloc però crec que no van gaudir de la pràctica. A més, alguns d'aquests alumnes van respondre el qüestionari de satisfacció final (que em vaig oblidar de dir que responguessin) i van comentar que havien trobat que teníem una actitud prepotent vers ells. Caldria revisar les nostres intervencions amb els alumnes.

Guions de pràctiques: Cal revisar els guions de pràctiques per veure què han respost els alumnes a les preguntes que se'ls demanava: si han entès les tasques, els enunciats, ... També vaig realitzar algunes anotacions al guió de pràctiques per la propera edició de l'EQ3.

REFLEXIÓ DELS ALTRES EDUCADORS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Característiques de l'alumnat: La tipologia d'estudiants i les professores que han vingut no han contribuït gaire, ja que estaven massa acostumats a ser transmissius (i a escoltar).

Objectius de la pràctica: No es veu una relació clara del que s'ha fet amb l'equilibri químic. Si l'equilibri químic és el tema principal del que es vol parlar, el fet de que es comenci mesurant el pH i amb l'àcid – base despista. Potser es podria començar amb moltes reaccions diferents d'equilibri i després centrar-nos més en l'àcid i base. La introducció hauria de deixar clar què és l'important de la pràctica, és a dir, l'equilibri químic.

Temporització: La graella de substàncies a mesurar amb el sensor de pH és massa llarga i no és substancial pel que aporta a nivell de contingut (i de coneixement). Potser es podria dividir entre dos equips o simplificar. A més caldria donar unes instruccions més clares (potser en paper) de com s'ha de procedir per a mesurar el pH.

Propostes: Com a introducció a l'equilibri de l'aigua es podria mesurar el seu pH i reflexionar com pot ser que tingui un pH més àcid que alguns productes de neteja.

El terme protó genera confusió (protó del nucli i ió hidrogen). Potser és millor parlar de l'ió hidrogen o abordar-lo bé, posant de manifest aquesta confusió. Pactar amb els alumnes com volem anomenar-lo però sabent de què estem parlant.

Un altre tema que es podrien tractar és la necessitat de que els reactius estiguin en dissolució aquosa perquè reaccionin. Per exemple les pastilles efervescents, que tenen àcid tartàric i bicarbonat i, en estat sòlid, no reaccionen. En canvi, quan es posen en el got d'aigua, produeixen l'efervescència.

També es pot aprofitar alguns equilibris de solubilitat o l'efecte de l'ió comú per tractar el tema de l'equilibri. Com es duu a terme una modificació de l'equilibri a la vida quotidiana?

Guió de pràctiques i seqüenciació: Al punt 2.1, en la primera bombeta es descriu una relació causa – conseqüència errònia. En realitat hauria de dir "El pH d'una solució és més baix quanta més concentració de protons tingui una solució".

Les preguntes de l'apartat 2.3 són el punt d'inflexió per començar a parlar d'equilibri. Aquest tema apareix molt tard en el desenvolupament de la pràctica.

La primera pregunta de l'apartat 2.3 és bona, però cal que els alumnes coneguin l'expressió del pH. En el nostre cas, no va ser així i, per tant, no tenia molt de sentit fer-la. Compte per a properes edicions de la pràctica.

La segona pregunta d'aquest mateix apartat fa un salt molt gran respecte l'anterior. Sense conèixer l'expressió del pH és difícil de veure la relació. Per un estudiant, en fred, tot i que conegui l'expressió també.

La tercera pregunta no queda clara. Què vol dir base pura exactament? A quina base es refereix? NaOH, NH_3 ? Cadascuna d'aquestes té comportaments molt diferents en aigua.

La quarta pregunta no funciona gaire. A la wikipedia, o a altres pàgines web, es dona un rang massa ample del pH de l'estómac com perquè ens serveixi per triar algun dels dos àcids que tenim. Potser amb una concentració menor dels dos serviria millor, perquè la diferència de pH seria més gran.

L'apartat 3 és desafortunat a nivell de context. No s'explica la regulació del pH (que tingui a veure amb un tema d'equilibri, ja que el HCl, justament, és un àcid fort i no té equilibri important). A més, el fet d'utilitzar una altra reacció, la del dicromat, genera confusió (els alumnes es pensen que aquesta reacció té lloc a l'estómac per regular el pH. Es podria jugar amb la reacció sense conèixer l'equació?

Context: Quina relació té el context del pH del nostre estómac amb l'equilibri químic?

En general el context de l'estómac és bo pels àcids febles i forts i per la neutralització però no per l'equilibri.

8.6. VALORACIONS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE FEBRER

REFLEXIÓ PRÒPIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Preparació de la pràctica: es va fer de manera més ordenada. Si bé és cert que fins a l'últim moment no vam saber si tindríem tiocianat, el guió de pràctiques no va sofrir gaires modificacions a última hora.

Característiques del grup - classe: Per a la primera part de la pràctica (apartat 1) ha calgut dedicar força temps a la discussió dels resultats amb els alumnes. Els sona el tema d'equilibri però no saben com aplicar-lo al que estan veient. En concret, aquests alumnes coneixen què és la constant d'equilibri i estan acostumats a definir l'equilibri com a una proporció (des del punt de vista matemàtic). Així doncs, quan se'ls pregunta pel per què, és a dir, pel model, es troben perduts. El professor em comenta que no han treballat Le Châtelier encara. Veig que redueixen substancialment el model ric i complex de l'equilibri al seu tractament matemàtic (algebraic) i a la regla memorística de le Châtelier.

El professor va intervenint molt amb els grups. Els explica “com són les coses en realitat”. Tot i així, els alumnes no es mostren totalment passius a les nostres preguntes. En moments molesta perquè no els deixa pensar, però en d'altres moments també va bé, perquè així hi ha un professor per taula que s'encarrega dels alumnes.

Activitats i seqüenciació: aquesta pràctica no segueix els cànons habituals. Comença per la part més abstracta (discussió del model d'equilibri químic) i després es va concretant en el cas d'àcid – base. Ara ha funcionat bé perquè els alumnes són de 2n de Batxillerat amb un bon nivell acadèmic. Però potser caldria plantejar-la d'una altra manera o, si més no, rebaixar el nivell, per a cursos inferiors.

Al final si que s'ha acabat explicant l'analogia de les pomes i el jardí, perquè hi havia una alumna que no entenia com podia ser que, quan s'introduïa una modificació, les dues reaccions (directa i oposada) es continuessin produint. Ella creia que la inversa s'aturava.

L'analogia amb els vasos comunicants no va ser tan reeixida com s'esperava. Vaig afegir ataronjat de metil que no es va difondre gaire pel tub. Això és degut a que es tracta d'una molècula gran i, per impediments de mida, és difícil. Quan, un cop acabada la pràctica, ho vam provar amb dicromat, es va veure ràpidament la difusió.

És curiós perquè quan es feia la pregunta sobre què passava quan s'afegia hidròxid de sodi sòlid en aigua molts alumnes es pensava que reaccionava amb l'aigua fent peròxid o una altra cosa. Quan se'ls ha aclarit que era purament dissolució han dit que, aleshores, no passava res. Se'ls preguntava que com podia ser que no passés res si es passava de tenir un sòlid a no veure's res i ells comentaven que en aquest cas l'hidròxid sòdic estava en “aquós”. No entenien molt bé què vol dir estar en “aquós” perquè quan se'ls pregunta què és en aquós contestaven que era igual que en sòlid però que no es veia.

En la pausa, que es va fer sobre les 11h, vam estar comentant amb l'educadora 2 que el model encara no havia quedat del tot clar i que calia que els alumnes el “visquessin” en primera persona. Així que a l'educadora 2 se li va acudir que podríem introduir un petit joc. Un cop vam entrar, els vam proposar el següent: dividir els 21 alumnes en dos grups (un de 7 i un de 14). Que s'anessin movent d'un grup a un altre però sempre havien de conservar la proporció, és a dir, sempre havia d'haver el mateix nombre d'alumnes a cada grup. Després vam dir als dos

professors que havien vingut i a l'educador 3 que s'afegissin a un dels dos grups (al que menys alumnes tenia). A partir d'aquí vam estar discutint com ho podríem fer per a tornar a tenir la mateixa proporció. Vam arribar a la conclusió de que la proporció es mantenia igual, però el nombre de persones en cada grup augmentava. En un primer moment, després de la modificació, va caler fer un reajustament amb les velocitats però després es podia tornar a procedir de la manera anterior. Crec que els va ajudar a entendre millor el model i, a més, els va permetre ser actius i passar-s'ho bé. La seva idea ha estat molt bona.

La darrera posada en comú l'explicació de com intervenen els peixos en l'equilibri del carbonat dels oceans va quedar confusa, especialment al mostrar tants equilibris encadenats.

Els alumnes realitzen els mapes conceptuals en grup, tot i que alguns proposen de fer-ne un a la pissarra entre tots ja que estan cansats. La meitat dels grups d'alumnes guarden els mapes a l'ordinador.

Temporització: Vam suprimir la part de l'apartat 2.1 on es torna a reprendre el dicromat perquè es va considerar massa repetitiu. Tampoc hem realitzat la posada en comú posterior, sinó que hem passat directament al següent aparat (el temps ens començava a anar justos).

Dinàmica general: era una pràctica una mica passiva, alguns alumnes es queixaven de que havien de respondre massa preguntes escrites i que s'estimaven més comentar-ho en veu alta. Els alumnes comenten que els ha semblat una mica massa llarga la pràctica. Massa preguntes escrites i poca part experimental.

El ritme ha estat lent. Tot i així, al tractar-se d'alumnes de 2n, han aguantat bastant bé, però cal millorar aquest aspecte. Crec que han après quelcom nou sobre el model d'equilibri, al contrari que en l'edició anterior. Per aquest motiu estic satisfeta perquè, si bé cal millorar un munt de coses, la direcció és la correcta.

Context i objectius: Si bé el context lligava molt bé amb l'equilibri i era suggerent, a mesura que ens vam anar centrant en l'àcid i les bases es va anar perdent el fil conductor. Els alumnes van canviar "de paradigma", ara ja no parlàvem d'equilibri químic, sinó d'una altra cosa i els costava de relacionar el que havíem vist fins ara amb conceptes nous que anaven apareixent. Potser és que no vaig saber fer l'enllaç correctament o que jo mateixa també vaig perdre el fil.

Altres aspectes: En la primera part, cal posar menys quantitat de dicromat, preparar una solució més diluïda o treballar amb àcids i bases més concentrats. També ajuda afegir una mica més d'aigua. Si no, el viratge costa de veure, cal afegir molt volum d'àcid o base i és aparatos.

L'educador 3 és l'encarregat d'anar servint els productes que necessiten els alumnes i que no tenen a les taules. Aquesta mesura va bé per controlar les quantitat que es serveixen però disminueix molt el ritme de la sessió. Potser es podria plantejar de deixar tots els productes necessaris en potets petits (perquè les quantitats disponibles no siguin massa grans i els alumnes hagin de racionar-les) a les safates.

S'ha de millorar la presentació de l'Scrapbook i ajustar-la més a les necessitats.

REFLEXIÓ DELS ALTRES EDUCADORS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Activitats i seqüenciació: A l'explicar l'analogia de les pomes no ha quedat molt clar quina importància tenien les velocitats. Semblava que havien de ser diferents i, en canvi, una de les característiques de l'equilibri és que siguin iguals. Cal tenir-ho present si es torna a explicar.

La primera part ha estat molt encertada a l'utilitzar el dicromat, el tiocianat i també incloure el joc. Aquesta darrera dinàmica ha quedat com el pas següent de les dues experiències).

De cara a fer l'enllaç amb els àcids i les bases ens podem centrar en un exemple d'equilibri químic com és el cas de l'aigua (que és un equilibri àcid – base). Ha arribat un punt de la pràctica en el que els alumnes realitzaven mesures de pH però que havien perdut de vista completament el tema de l'equilibri. En especial, la part de la mesura del pH de les substàncies quotidianes, tot i que als alumnes els hagi agradat, no té molt de sentit en relació amb el model d'equilibri que s'ha estat tractant fins al moment. En aquest sentit, cal anar recordant la pregunta tota l'estona. Els alumnes han de saber per què estan fent les coses en tot moment. No s'ha lligat gaire bé el tema de l'equilibri amb el dels carbonats. Ha faltat un breu fragment on s'expliqués que els peixos aporten CO_3^{2-} o que el CO_2 estableix equilibris amb l'aigua i especificar quins són. Els alumnes no entenen i no tenien suficient informació per poder dir com intervenen els peixos en tot plegat.

Un altre aspecte que no ha aparegut explícitament en les explicacions és la necessitat d'una reacció reversible perquè es pugui establir l'equilibri. Es poden comparar les reaccions que hem tractat amb una combustió perquè els alumnes se n'adonin que en aquest darrer cas no es pot establir un equilibri.

Tot i que s'utilitza el sensor de pH, en aquesta pràctica és la única de totes les del REVIR que no s'interpreten o es treballen gràfics. Es podria pensar en realitzar un càlcul experimental de la constant d'equilibri o anar afegint àcid o base a una solució que simuli el pH del mar per veure com evoluciona amb el temps. Una proposta seria preguntar als alumnes com es desplaça l'equilibri de l'aigua amb un àcid o una base i mirar com canvia pH amb les modificacions introduïdes. També es pot plantejar què cal fer per desplaçar l'equilibri o introduir alguna simulació relacionada amb l'equilibri químic, per exemple: <http://www.explorelearning.com/index.cfm?method=cResource.dspDetail&ResourceID=1046>

En definitiva, falta un experiment fort d'equilibri i després discutir sobre ell. Fins i tot es podria buscar alguna reacció d'equilibri lenta i veure com evoluciona amb el temps.

Cal revisar les preguntes que es fan als alumnes durant el guió de pràctiques. Algunes són molt especulatives (i difícils) i els alumnes s'han trobat en alguns moments que no tenien eines i coneixements per respondre-les.

Context: Els alumnes no podien saber com poden intervenir els peixos en l'equilibri químic dels oceans si no saben que aporten carbonats o que el CO_2 es dissol i forma diferents equilibris en aigua. Així que aquesta informació se'ls hauria de donar d'alguna manera en el guió de pràctiques o de manera oral.

Altres aspectes: Per als alumnes d'altres nivells, com 1r Batx i, fins i tot 4t d'ESO, es podria deixar el tema de mesures de pH, però cal algun apartat amb substància per als que en saben més.

Per als grups d'un nivell superior, es podria plantejar una valoració àcid - base, tot i que amb una reacció en equilibri es pot complicar molt.

Per acabar, la pràctica ha guanyat molt respecte la darrera vegada. Ara és molt més endreçada i es veu una finalitat concreta. La direcció és la correcta però encara cal acabar de polir certs aspectes.

REFLEXIÓ DEL PROFESSOR ACOMPANYANT SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Trobo que a nivell d'utilització de l'ordinador la sessió va ser una mica "pobre". És podria mirar com augmentar la part de fer mesures i treball amb ordinador.

La part de adquisició de conceptes i equilibri va estar bé, però això va anar en detriment de la utilització del Multilab.

Tota la part d'àcid- base ha quedat molt reduïda, una mica testimonial i les mesures de pH no queden gaire relacionades amb la part d'equilibri.

Crec que s'hauria d'augmentar el contingut de la segona part, àcid- base , i mirar de relacionar-lo més amb la part d'equilibri.

8.7. VALORACIONS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ DE MARÇ

REFLEXIÓ PRÒPIA SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Reflexió global: La sensació global de la pràctica és que ha anat molt bé. Els alumnes estaven molt receptius, eren pocs i col·laboraven aviat. S'ha establert bona comunicació.

Característiques del grup – classe: Tot i que el nivell de química era molt heterogeni, el fet de que fossin pocs alumnes ha permès arribar molt millor a tots ells.

Els alumnes havien estudiat Le Châtelier. De fet era tot el que sabien d'equilibri químic principalment. Malgrat això, no ho sabien relacionar bé amb les observacions que realitzaven dels fenòmens.

La professora intervenia molt amb els alumnes i els explicava les coses “com eren”. Per sort, ha marxat amb l'altre professor i ha estat poca estona amb els alumnes.

Els alumnes eren molt autònoms. Tot i així, al final de la pràctica ja estaven molt cansats i els havíem de donar més indicacions concretes sobre com calia fer les coses o pistes sobre les respostes. De fet, quan ha arribat el moment dels mapes conceptuals alguns grups s'ho han pres a la lleugera. Fins i tot hi ha un grup que no ha fet el mapa conceptual.

Per tal de calcular la constant d'equilibri fent servir la taula de concentracions, els alumnes feien servir el grau de ionització (α). Cal tenir-ho present i preguntar als alumnes com ho han estudiat a classe per tal d'aprofitar-ho i explicar-ho com ho saben. A un grup els he intentat explicar en termes de concentració (x i $-x$) i no ho han entès.

Activitats i seqüenciació: Potser m'ha faltat més situar el context de l'equilibri químic, especialment al principi. Es podria buscar algun vídeo curt, tot i que no sé si en trobarem cap que s'ajusti al que volem. De totes maneres, ha millorat molt respecte l'edició anterior. El fet de tenir-ho per escrit al guió de pràctiques ha contribuït a aquesta millora.

Ha anat molt bé fer la primera part el model teòric i després l'aplicació a l'equilibri químic. Així els alumnes, a mesura que s'han anat fatigant han anat desenvolupant tasques que implicaven una demanda cognitiva menor. Possiblement per aquest motiu, al demanar-los el mapa conceptual al final no ha anat bé.

Tot i que el contingut de les posades en comú està planificat amb anterioritat, em continuo encallant en algunes explicacions buscant la paraula que millor defineixi. Per sort, els altres educadors intervenen i s'assoleix el que estava planificat. En aquest sentit, en aquesta edició de la pràctica, el pes de co-teaching ha estat superior i ha creat sinèrgies positives.

No s'ha explicat l'analogia de les pomes. Amb la dinàmica de l'educadora 2 ja ha quedat molt clar. De fet és millor així, ja que són els propis alumnes els que interaccionen amb el model i no una explicació formal que els arriba. També ha estat positiu introduir les dues analogies (la U i l'equilibri “macroscòpic”) en moments separats.

Tot i que el canvi d'equilibri químic a àcids i bases ha estat positiu els alumnes ja estaven molt cansats i els hem hagut d'ajudar. Hem fet les dues darreres preguntes en comú.

En la posada en comú de la pàgina 4, després de presentar l'equipament del sensor de pH cal dir com s'ha d'utilitzar: desenroscar el potet, rentar-lo amb aigua, assecar-lo amb paper... etc.

Entre tots hem pensat la pregunta del quadre (resum de les característiques de l'equilibri químic). És la part més difícil i abstracta de la pràctica i els alumnes comencen a estar una mica cansats.

El fet d'anar repetint en les posades en comú l'esquema general de la pràctica ha anat millor. Potser es podria afegir un petit esquema a l'Scrapbook per facilitar-ho visualment.

Abans d'utilitzar el laboratori virtual, cal realitzar una posada en comú breu per posar-se d'acord sobre quines variables caldrà fixar-se. En cas contrari, els estudiants provaran de manera aleatòria variables sense pensar. Tot i així, l'ús del laboratori virtual ha estat un èxit. Es tracta d'un entorn senzill i molt intuïtiu que no calen gaires explicacions per fer-lo servir. Només pel que fa referència a la temperatura. Els alumnes han gaudit molt fent-lo servir. De fet han començat a jugar i estaven motivats.

Per a realitzar l'experiment dels peixos ha calgut donar moltes pistes als alumnes. Estan molt cansats i dispersos. Algun grup sí que ha tingut iniciativa a l'inventar un model però la majoria no.

Guió de pràctiques: Els alumnes no entenen molt bé quina diferència hi ha entre la taula de modificació proposada i predicció i la de modificació proposada i resultat obtingut. Potser es podria pensar d'unificar les dues taules perquè quedés més clar, tot i que existeix el risc de que els alumnes vagin ràpid i es saltin la part de la predicció.

Pàgina 4: instruccions on diu "gota" millor posar "una mica". Alguns alumnes s'ho han pres al peu de la lletra i és incòmode fer la reacció amb volums tan petits.

Pàgina 5: a la pregunta sobre l'equilibri (primera) cal corregir la paraula que està malament. Alguns alumnes no han acabat d'entendre bé la pregunta sobre la constant d'equilibri. Potser caldria revisar-ne l'enunciat i buscar una manera de plantejar-la més òptima. Malgrat això, als guions de pràctiques no hi ha cap registre de que ho hagin entès malament. De moment no es considerarà aquest canvi i, si en futures edicions persisteix la dificultat, es modificarà.

Alguns alumnes han preguntat, a l'apartat 2.3. si la constant d'equilibri era és constant, per què l'havíem de poder modificar.

Altres aspectes: Cal afegir les reaccions de les dues primeres parts (tiocianat i dicromat a l'Scrapbook).

Amb la nova concentració (0.1M de tiocianat i triclorur de ferro) s'ha vist molt bé el canvi. També es pot intentar de fer el viratge amb àcid clorhídric.

Ha estat interessant l'aportació d'un grup que ha preguntat per què afegíem més producte o més reactiu si les concentracions s'acabaran igualant a l'arribar a l'equilibri. M'ha fet replantejar l'ordre en la seqüència didàctica. De fet, per aquest grup hagués estat millor realitzar la dinàmica de l'equilibri "macroscòpic" abans d'introduir la modificació en el sistema del tiocianat. Com que la resta no ha seguit aquest raonament he seguit la planificació inicial. És important preguntar d'on surten els protons que estem mesurant per tal d'introduir l'equilibri de l'aigua.

L'ús de la Pissarra Digital ha estat un gran èxit. Ha comportat un augment de la motivació i la participació de l'alumnat: Els estudiants volien sortir a escriure els seus resultats. Per altra banda, el Multilog no ha donat gaire problemes.

REFLEXIÓ DELS ALTRES EDUCADORS SOBRE LA IMPLEMENTACIÓ

Valoració general: Estan molt satisfets de com ha anat la pràctica. L'han trobat una major coherència entre l'equilibri químic, el context i els àcids i les bases.

Característiques del grup – classe: El grup era motivat. No han calgut moltes adaptacions perquè realitzessin les activitats proposades. De fet, ha estat la pràctica que ha donat millors resultats de les 3.

Activitats i seqüenciació: Al principi cal dedicar alguns minuts més a presentar el REVir, la facultat, què venim a fer... etc. i a establir una mica de diàleg per saber què en pensen de l'equilibri químic i la possible implicació amb els oceans. Cal trencar el gel així perquè, si de sobte comencem a preguntar què pensen i per què, és una mica violent. D'aquesta manera, també els facilitem l'arribada a ells i els relaxem.

En l'apartat on es demana realitzar el càlcul de la constant d'equilibri i buscar les variables que la modifiquen, caldrà explicar en veu alta més detalladament l'activitat, tot i que després realitzem una altra aturada curta per explicar com funciona el laboratori virtual i quins resultats de la constant han obtingut.

Tot i que s'hagi calculat prèviament la constant d'equilibri de l'àcid acètic cal remarcar que, quan facin servir el laboratori virtual, agafin el valor estàndard de la constant que apareix en el programa i no facin servir la que acaben de calcular, ja que no és tan precisa.

En l'experiment dels peixos, que és el darrer, cal insistir en la necessitat de controlar les variables. És a dir, afegir un mateix volum de solució en els dos casos, que sigui la mateixa persona que bufa i el mateix temps de bufada... i remarcar que cal comparar la baixada de pH en els dos casos. Caldria afegir un aclariment també en el guió de pràctiques. També seria necessari posar en comú els resultats d'aquesta experiència però no ha donat temps aquest cop.

Temporització: En general la temporització ha anat molt bé!

Guió de pràctiques: Pregunta de la pàgina 4 "Què us imagineu que pot estar passant a nivell de molècules?" Cal deixar més espai perquè els alumnes la responguin.

En les posades en comú que es fan referència al model d'equilibri químic cal posar més èmfasi en el fet de que, quan afegim un producte o reactiu, la probabilitat de que es trobin les molècules que hem afegit és major, ja que el nombre de partícules ha augmentat. Per tant, és aquest fet el que permet tornar el sistema a l'equilibri. Es podria, fins i tot, explicar-ho amb una analogia: si anéssim per un lloc ple de fulles que taquen de color verd i algunes fulles que taquen de color vermell ens acabariem tacats de color verd. Però si augmentem la quantitat de fulles vermelles també augmentaria la quantitat de taques vermelles que ens quedaria a la roba.

En el darrer apartat que es comenta el fet de que el CO_2 quan es dissol en aigua es converteix en H_2CO_3 , convindria escriure la reacció perquè ho visualitzin millor.

Cal revisar l'expressió de "els peixos emeten". Millor dir que els peixos aporten.

Altres aspectes: Només hi ha un recipient de dicromat per a tots i els alumnes han d'anar passant pel mateix lloc (centre de la classe). En aquest cas no ha donat molts problemes perquè érem pocs però en realitat es tracta d'un factor limitant. Com que l'altre laboratori està en obres no és viable plantejar la compra de cap material, però de cara a l'any vinent caldrà buscar recipients perquè cada grup, o almenys cada taula, tingui disponibles tots els materials i no hagin de passar pel centre a buscar-los.

8.8. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS DE LA PRIMERA EDICIÓ

Pregunta/ tasca del guió de pràctiques.	Objectiu de la pregunta/ tasca	Dificultat/ necessitat de l'estudiant o del professor identificada en la tasca	Codi tipus dificultat	Canvis introduïts en la tasca	Codi tipus canvi
Redacció dels objectius de la pràctica (planificació)	Establir les directrius competencials principals que s'han d'assolir amb el disseny i implementació de la pràctica.	El pes de la part d'àcid - base és massa gran.	Dobj	Modificació dels objectius: s'atorga més pes a construcció del model d'equilibri químic.	CObj
Redacció de la seqüència global de la pràctica	Ordenar els conceptes que s'han de tractar a la pràctica en una progressió (taxonomia de Bloom) per facilitar l'aprenentatge dels alumnes.	No s'havia tingut en compte que el factor cansament fa disminuir l'atenció dels alumnes de manera important	DT	Canvi de seqüència: es comença directament parlant de l'equilibri químic com a concepte general a partir de desplaçar dues reaccions i, a mesura que s'avança la seqüència, les activitats seran més senzilles.	CA
Context de la pràctica: acidesa d'estómac.	Apropar els continguts a la realitat de l'alumnat i augmentar la seva motivació vers la pràctica.	El context estava massa centrat en àcids i bases.	Dobj	Canvi de context: augment de l'acidesa dels oceans	Cobj
Repartiment (espontani) dels alumnes en grups de treball	Creació dels grups de treball entre 2 i 4 alumnes depenent del nombre total.	La diferència de nivells era molt gran: hi havia alumnes de 1r i de 2n de Batx. Els de 1r no van assabentar-se de gaire.	Dø	Si tornen a venir alumnes de cursos diferents, millor grups barrejats.	Cø
Benvinguda, presentació de la pràctica, objectius, material...	Presentació dels objectius principals de la pràctica als alumnes i trencar el gel.	L'exposició i la seqüenciació de les explicacions orals va ser desendregada.	DS	Planificació anterior del contingut de les posades en comú i l'ordre: fer un petit esquema.	CA
		El ritme de les explicacions va ser molt ràpid a causa dels nervis i no donava temps a què els alumnes	DT	Baixar el ritme de les explicacions i realitzar més pauses,	CT

		païssin la informació		Fer preguntes per comprovar que els alumnes estiguin seguint.	CQ
		L'explicació sobre com procedir amb l'equipament Multilog va ser insuficient: Els alumnes no l'havien fet servir i no van saber com procedir, es van trobar perduts.	DP	Introducció d'indicacions orals pràctiques per utilitzar l'equipament: de quin material es disposa, com netejar-lo...	CG
Títol de la pràctica i pregunta de recerca.	Identificar la pràctica i situar fàcilment l'objectiu principal de la tasca.	Coherència amb el nou context i objectius de la pràctica.	Dobj	Canvi de la pregunta inicial i el títol de la pràctica.	Cobj
Es projecta el guió de pràctiques a la pissarra digital.	Tenir un suport gràfic i interactiu per a les explicacions orals. Ajudar a situar-se millor els alumnes en el moment en que es troben del desenvolupament global de la pràctica.	No s'aprofiten totes les potencialitats de la PDI. Només es va projectar el guió de pràctiques, va ser molt pobre.	Dobj	Es crea una presentació d' <i>Scrapbook</i> com a suport gràfic de la pràctica i les posades en comú i per a recollir els resultats dels grups (augment de la implicació de l'alumnat)	CI
		El guió de pràctiques està massa carregat.	DS		
Esquema global de la pràctica: què farem per resoldre la nostra pregunta?	Proporcionar als alumnes una eina perquè puguin saber en quin moment del desenvolupament de la pràctica es troben.	Els alumnes es cansen de llegir tant	DT	Eliminació de l'esquema global en la introducció del guió de pràctiques. S'explicarà oralment.	CG
		Els alumnes no saben extreure el que és més important d'un paràgraf llarg d'informació	DM		
Pregunta 1: A partir dels resultats que aneu obtenint, ompli la taula següent.	Expressió del resultat dels pH obtinguts	Els alumnes no relacionen les mesures de pH amb el model d'equilibri químic.	DC	No cal que els alumnes facin totes les mesures de pH. Es repartiran les mesures entre dos grups.	CT

		El factor cansament fa disminuir l'atenció dels alumnes de manera important.	DT	L'apartat de mesura del pH de diferents substàncies es posa a la part final de la pràctica, ja que és l'exemple concret de l'equilibri químic. (Conseqüència del canvi de seqüència)	CA
Pregunta 2: (...) De les substàncies anteriors, quines són àcides, bàsiques o neutres? Expliqueu el criteri que heu utilitzat per classificar-les.	Classificació de les substàncies en àcides, bàsiques i neutres segons el valor del seu pH. Relació amb el pH de l'aigua com a criteri de classificació	No expliquen el criteri que han fet servir per classificar les substàncies.	DC	S'elimina la pregunta de classificació de les substàncies en àcides, bàsiques i neutres.	CQ
		La pregunta no aporta gaire a la construcció del model d'equilibri químic als alumnes.	DS		
Pregunta 3: Busqueu a Internet quin és el pH habitual de l'estómac i compara aquest valor els que has obtingut. Com és el pH del nostre estómac en relació a altres substàncies?	Comparació dels valors de pH obtinguts anteriorment amb el pH de l'estómac): Entre 1 i 4. És àcid. Causat per la secreció d'àcid gàstric (informació treta també d'internet	Valors de pH entre 1 i 4. No hi ha un valor fixe, el rang és massa ampli i despista als alumnes.	Dø	S'elimina la pregunta.	CQ
		Canvi d'objectius, context i seqüència de la pràctica.	Dobj		
Pregunta 4: Explica amb les teves paraules què et sembla que expressa el pH que has mesurat.	Posar de manifest què saben els alumnes sobre el sentit físic del pH	No hi ha una idea clara de què mesura exactament pH, tot i que la majoria d'alumnes coincideix que serveix per classificar les substàncies segons l'acidesa.	DC	S'eliminen les preguntes relacionades amb el sentit físic del pH.	CQ
		El guió de pràctiques està massa carregat de contingut i de preguntes.	DS		
Posada en comú	Compartir els resultats de les experiències i reflexionar al voltant del significat físic del pH i sobre les implicacions del model àcid - base	L'exposició i la seqüenciació de les explicacions orals va ser desendreçada.	DS	Planificació anterior del contingut de les posades en comú i l'ordre: fer un petit esquema.	CA
		La implicació dels alumnes en la construcció del model era petita i, el fet de ser un model transmissiu no es veia la necessitat d'utilitzar el model d'equilibri químic per explicar els fenòmens observats.	Dø	Les posades en comú han de ser més dialògiques. Augmentar la implicació i la participació de l'alumet i la necessitat de construcció del model.	CA

	Explicar als alumnes quins són els apartats que vénen a continuació i què hauran de fer.	El ritme de les explicacions va ser molt ràpid a causa dels nervis i no donava temps a què els alumnes païssin la informació	DT	Baixar el ritme de les explicacions. Realitzar més pauses.	CT
				Fer preguntes per comprovar que els alumnes estiguin seguint.	CA
Apartat 2: qui tipus d'àcid hi ha a l'estómac?	Utilitzar el model d'equilibri químic per a justificar la diferència de pHs de dos àcids o dues bases en la mateixa concentració.	Modificació del context, objectius de la pràctica i seqüència de continguts.	Dobj	Canvi de plantejament de l'apartat 2 (introducció i explicació de l'apartat): en comptes de ser una exploració de l'equilibri químic, serà un cas concret del model equilibri químic general (que s'ha experimentat abans)	CA
				Canvi de plantejament de les preguntes de l'apartat 2: mesura pHs àcid/base forts/dèbil	CA
Apunts teòrics del guió de pràctiques	Recordar o refrescar als alumnes conceptes/idees clau que es fan servir en la construcció dels models.	El guió de pràctiques està massa carregat.	DS	Eliminació dels apunts teòrics del guió de pràctiques i de la seva explicació a l'inici. (Es donen per assumits pel nivell dels alumnes)	CG
		Els alumnes es cansen de llegir tant	DT		
		Els alumnes no saben extreure el que és més important d'un paràgraf llarg d'informació	DM		
Pregunta 8: D'on provenen els protons de cada àcid? Escriu les reaccions (...) i explica-les.	Expressió de les equacions de dissociació de cada àcid en aigua	La pregunta és repetitiva respecte les dues següents.	DS	Eliminació de la pregunta sobre els àcids forts i febles. Només es compararan dues bases febles. Si no, es fa repetitiu i avorrit.	CQ

Annexos

Pregunta 12: (...) per què creieu que hi ha una diferència entre els valors del seu pH? I entre les dues bases?	Relació entre la mesura de pH i el fet que una reacció estigui en equilibri i l'altra no (està totalment desplaçada).	La majoria dels alumnes no utilitzen el model equilibri químic per justificar la resposta.	DC	Es plantejarà la pregunta en un moment que comporti l'aplicació de conceptes de l'equilibri químic vistos anteriorment.	CQ
Pregunta 13: (...) com podrieu relacionar el fet que dos àcids en la mateixa concentració tinguin pHs diferents amb la idea d'equilibri químic (...)	Relació del model àcid – base amb el model equilibri químic.	La majoria d'alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	Dø	Eliminació de la pregunta per guanyar lleugeresa.	CQ
		La pregunta és força repetitiva respecte l'anterior.	DS		
Pregunta 14: Com explicaries, a nivell molecular, el que succeeix entre la base pura i l'aigua?	Implicacions, a nivell micro, del model d'equilibri químic.	La majoria d'alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	Dø	Reformulació de la pregunta que fa referència al model microscòpic perquè s'entengui millor.	CQ
		Els altres professors no entenen bé el sentit de la pregunta.	DM		
Pregunta 15: (...) Quin dels dos tipus d'àcids (...) creieu que hi ha a l'estómac? Justifiqueu la vostra resposta.	Relació i justificació de quin àcid tenim a l'estómac a partir de les dades obtingudes anteriorment.	La majoria d'alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	Dø	Eliminació de la pregunta.	CQ
Posada en comú	Compartir els resultats de les experiències i reflexionar al voltant del model d'equilibri químic per poder explicar els fenòmens observats.	L'exposició i la seqüenciació de les explicacions orals va ser desendreçada.	DS	Planificació anterior del contingut de les posades en comú i l'ordre: fer un petit esquema.	CA
		La implicació dels alumnes en la construcció del model era petita i, el fet de ser un model transmissiu no es veia la necessitat d'utilitzar el model d'equilibri químic per explicar els fenòmens observats.	Dø	Les posades en comú han de ser més dialògiques. Augmentar la implicació i la participació de l'alumet i la necessitat de construcció del model.	Cø

		Al preguntar als alumnes sobre d'on sortien els protons que es mesuraven, molts d'ells van respondre que sorgien del nucli (idea alternativa). L'explicació posterior no va ser reeixida i va quedar confús.	DC	S'evitarà utilitzar el protó. En comptes s'utilitzarà catió hidrogen.	CC
		Explicar als alumnes quins són els apartat que vénen a continuació i què hauran de fer.	DT	Baixar el ritme de les explicacions. Realitzar més pauses.	CT
				Fer preguntes per comprovar que els alumnes estiguin seguint.	CQ
Pregunta 17: Amb tot el que s'ha comentat (...) torna a escriure què vol dir per a tu equilibri químic (...).	Redacció de les conclusions de la posada en comú a partir de les paraules guia que hi ha a sota	La majoria d'alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	DØ	Eliminació de la pregunta de conclusió amb la guia per ajudar a redactar.	CQ
		Es tracta d'una pregunta repetitiva que no ajuda a construir el model d'equilibri químic.	DS		
Apartat 3: Com es pot arribar a produir la cremor d'estómac?	Relacionar el model d'equilibri químic amb la necessitat d'establir mecanismes de compensació en el nostre organisme.	No s'entén quina relació mantenen la reacció del dicromat amb l'acidesa d'estómac. Molts alumnes es pensaven que a l'estómac es donava aquesta reacció.	DM	Modificació de l'enfocament de l'activitat sobre el dicromat i del moment en que es durà a terme: servirà per a explorar què és l'equilibri químic i les alteracions del dicromat vindran establertes perquè hagin de ser interpretades pels alumnes.	CA
		Hi ha masses preguntes en aquest apartat respecte la tasca que cal fer.	DS	Eliminació de diferents preguntes per guanyar lleugeresa en la pràctica.	CQ
		Amb una sola experiència de desplaçament de l'equilibri, els alumnes es queden amb una visió molt parcial de l'equilibri i no apliquen els coneixements adquirits.	DC	Introducció de la reacció del KSCN com a aplicació de les observacions amb el dicromat.	CA

Annexos

Pregunta 18: De quines maneres se us acut que es podria alterar aquest equilibri? Com afectarien aquestes modificacions a la reacció global?	Aplicació de la teoria cinetico-corpúscular i del model d'equilibri químic per predir possibles variables que puguin alterar un equilibri.	Hi ha molta varietat de respostes: concentració, T, P, V... (i diferents combinacions) com si els alumnes no ho haguessin pensat gaire.	DC	
Preguntat 19: Poseu en pràctica (...) i responeu la graella següent:	Recollir els resultats de l'experiment i interpretar-los.	<p>Les respostes dels alumnes són escuetes i, en general, només fan referència a la concentració i fan servir termes de compensació (Le Châtelier).</p> <p>Cal posar molta quantitat d'àcid i de base per apreciar els canvis de colors i sembla que les prediccions no funcionin.</p>	DC DE	Utilitzar dissolucions de dicromat més diluïdes. CØ
Pregunta 20: De quines maneres se us acut que es podrien modificar els casos descrits a la taula anterior per a tornar a tenir una major proporció de dicromat?	Aplicació del model d'equilibri químic per proposar variacions per desplaçar l'equilibri del dicromat.	Tots els alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	DØ	
Pregunta 21: Poseu en pràctica (...) i responeu la graella següent.	Recollir els resultats de l'experiment i interpretar-los.	La majoria d'alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	DØ	
Pregunta 22: En tots els casos, es pot considerar que la reacció del cromat - dicromat que has observat està en equilibri? Justifica la teva resposta.	Relacionar el model d'equilibri químic amb el fenomen observat.	Tots els alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	DØ	

Pregunta 23: Quina relació creus que pot tenir el que has observat en aquest apartat amb el fet que aparegui la cremor d'estómac?	Relacionar el model d'equilibri químic amb el context.	Tots els alumnes deixen aquesta pregunta en blanc.	DØ		
Posada en comú	Discutir els resultats experimentals i utilitzar el model d'equilibri químic per justificar l'efecte de les alteracions de l'equilibri.	Es va concloure aquí la pràctica per manca de temps.	DT	Calcular millor la durada de cada activitat i ajustar bé la temporització durant la pràctica.	CT
		El model d'equilibri químic no va quedar clar en els alumnes. Limitacions del llenguatge oral: seqüencial i depenent del temps. Al model succeeixen dues reaccions oposades i simultànies.	DC	S'introdueixen dues analogies que es faran juntes per exemplificar l'equilibri químic: els jardí amb les pomes i la U	CC
		L'exposició i la seqüenciació de les explicacions orals va ser desendregada.	DS	Planificació anterior del contingut de les posades en comú i l'ordre: fer un petit esquema.	CA
		El ritme de les explicacions va ser molt ràpid a causa dels nervis i no donava temps a què els alumnes païssin la informació	DØ	Baixar el ritme de les explicacions. Realitzar més pauses.	CT
	Explicar als alumnes quins són els apartats que vénen a continuació i què hauran de fer.			Fer preguntes per comprovar que els alumnes estiguin seguint.	CQ
Pregunta 24: A la llum del que has estudiat, què creus que hauria de contenir un medicament antiàcid? Justifica la teva resposta.	Aplicació del model d'equilibri químic i del model àcid - base al context per proposar possibles compostos amb funció d'antiàcid.	No va donar temps a fer-la.	DT		
Pregunta 25: Com hauria d'actuar un antiàcid respecte el pH de l'estómac?	Reflexionar al voltant del funcionament dels medicaments antiàcids a l'estómac en base al model d'equilibri químic.	No va donar temps a fer-la.	DT		
Pregunta 26: Quina és la variació total del pH al llarg de 5 minuts?	Recollir els resultats de l'experiment i interpretar-los.	No va donar temps a fer-la.	DT		

Annexos

Pregunta 27: Quins efectes beneficiosos i quins efectes nocius pot tenir l'ús d'antiàcids de manera habitual?	Reflexionar al voltant de possibles efectes adversos, en base al model d'equilibri químic, que pot tenir utilitzar de manera excessiva els antiàcids.	No va donar temps a fer-la.	DT		
Pregunta 28: De quines altres maneres se t'acut que es podria disminuir la cremor d'estómac?	Aplicació del model d'equilibri químic i del model àcid - base al context per proposar possibles compostos amb funció d'antiàcid.	No va donar temps a fer-la.	DT		
Posada en comú	Recollir les reflexions darreres sobre el model d'equilibri químic aplicat al context i explicar el funcionament de la V de Gowin per realitzar una síntesi de la pràctica.	No es va fer aquesta activitat. No va donar temps.	DT		
Pregunta 29: Escriu dues idees que creus que has après, que t'han sorprès o que consideres que són les més importants de la pràctica que has fet.	Realitzar un resum o posar de manifest les principals idees que s'enduen els alumnes sobre els models d'equilibri químic i àcid - base.	La pregunta és repetitiva respecte la V de Gowin.	DS	Eliminació de la pregunta prèvia a la V de Gowin en les conclusions finals.	CQ
V de Gowin	Realitzar un resum de les principals idees del model d'equilibri químic.	Es tracta d'una activitat molt poc coneguda i les explicacions al guió de pràctiques són insuficients.	DP	Eliminació de la V de Gowin i introducció dels mapes conceptuais amb el programa Inspiration per aprofitar la motivació extra que suposa utilitzar recursos informàtics.	CA
		No es va fer aquesta activitat. No va donar temps.	DT		
Opinió general dels alumnes	Recollir la opinió dels alumnes sobre els punts forts i febles de la pràctica.	No es va fer aquesta activitat. No va donar temps.	DT	Es demana l'opinió dels alumnes escrita al final de la pràctica.	CA

8.9. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS DE LA SEGONA EDICIÓ

Pregunta/ tasca del guió de pràctiques.	Objectiu de la pregunta/ tasca	Dificultat/ necessitat de l'estudiant o del professor identificada en la tasca	Codi tipus dificultat	Canvis introduïts en la tasca	Codi tipus canvi
Títol i pregunta de recerca de la pràctica.	Identificar la pràctica i situar fàcilment l'objectiu principal de la tasca.	El títol de la pràctica no era gaire atractiu.	Dø	Canvi en el títol de la pràctica.	CG
		El títol de la pràctica no tenia molta coherència amb la resta del desenvolupament ni amb els objectius de la sessió.	Dobj		
		Els guions de pràctiques dels alumnes del mateix grup són massa semblants entre ells en alguns moments.	Dø	S'afegeix a la portada del guió de pràctiques un camp perquè els alumnes escriguin quins són els seus companys de grup.	Cø
		La pregunta de recerca no era gaire coherent amb els objectius de la pràctica.	Dobj	Canvi en la pregunta de recerca de la pràctica.	Cobj
Projecció de la presentació d'Scrapbook	Tenir un suport gràfic i interactiu per a les explicacions orals. Ajudar a situar-se millor els alumnes en el moment en que es troben del desenvolupament global de la pràctica.	Tot i la creació de la presentació d'Scrapbook, la interactivitat real a l'hora de plasmar resultats etc. Era molt poca (també com a conseqüència del caràcter teòric de la sessió)	Dobj	S'afegeixen noves diapositives a la presentació d'Scrapbook perquè els alumnes escriguin els seus resultats i augmentar-ne la interacció.	CI
Primer apartat: què podem dir de l'equilibri químic?	Fer emergir els coneixements previs dels alumnes respecte l'equilibri químic i relacionar el model amb els fenòmens observats.	En aquest apartat la pràctica estava poc estructurada i dificultava que els alumnes es fessin un guió mental del moment en que es trobaven i les perspectives de futur.	DM	S'afegeix un 1.1. per estructurar la primera part de la pràctica.	CG
Activitat de desplaçar l'equilibri del dicromat a cromat	Construcció del model d'equilibri químic per a explicar els fenòmens observats.	El viratge de l'experiment del dicromat no es veu gaire bé, cal afegir un volum gran d'àcid o base i es fa aparatós l'experiment.	DE	Cal posar menys quantitat de dicromat, preparar una solució més diluïda o treballar amb àcids i bases més concentrats. També ajuda afegir una mica més d'aigua.	Cø

Annexos

Pregunta 2: Què ha passat? Com ho interpretaries?	Expressar i interpretar els resultats	Pregunta repetitiva respecta la número 4	DS	S'eliminen les dues preguntes de "com ho interpretaries" a l'inici i, en canvi, es dóna més importància a la pregunta d'interpretació general de l'apartat.	CQ
Pregunta 3: Què ha passat? Com ho interpretaries?	Expressió i interpretació dels resultats	Pregunta repetitiva respecta la número 4	DS	S'eliminen les dues preguntes de "com ho interpretaries" a l'inici i, en canvi, es dóna més importància a la pregunta d'interpretació general de l'apartat.	CQ
Expressió de les equacions de reacció del sistema dicromat - cromat.	Dotar d'eines als alumnes perquè puguin interpretar el fenomen observat en base al model d'equilibri químic.	"Manca precisió en l'enunciat de les reaccions que es duen a terme. No s'acaba d'entendre bé el terme "en general"."	DP	Canvi en l'enunciat: "en els dos casos" enlloc de "en general".	CG
Pregunta 4: Com explicariau els canvis de color que heu observat a partir de la informació que us proporciona l'equació de la reacció?	Interpretació dels resultats a la llum de les equacions de les reaccions	La majoria torna a repetir la informació que ha escrit en les dues preguntes anteriors.	DS		
Posada en comú	Posar en comú els resultats obtinguts i reflexionar al voltant de la necessitat d'establir un model per explicar els fenòmens observats.	Malgrat tenir un guió general de les posades en comú, van ser una mica desorganitzades i desendregades.	DS	Cal planificar amb més deteniment les posades en comú.	CA
Pregunta 8: De quina manera heu aconseguit desplaçar la reacció del dicromat cap als productes o reactius?	Redactar les conclusions sobre les experiències en relació al model d'equilibri químic.	La pregunta és banal i no aporta molt a la construcció del model d'equilibri químic i, en canvi, fa més pesat el guió de pràctiques.	DS	Eliminació de la pregunta	CQ

Annexos

Pregunta 9: (...) de quines maneres se us acut que es pot intervenir en l'equilibri proposat i quins resultats creieu donarien?	Realitzar una predicció dels resultats a partir de la informació donada.	L'enunciat de la pregunta és poc precís i no s'acaba d'entendre.	DP	Modificació de l'enunciat de la pregunta de predicció.	CQ
Posada en comú	Discutir sobre els aspectes més rellevants del model d'equilibri químic com la simultaneïtat de dues reaccions a partir de dues analogies.	En l'analogia de la U es va fer servir ataronjat de metil i la difusió de les molècules no es veu gaire bé	DE	S'ha de posar una molècula petita i acolorida, com el dicromat, perquè es vegi bé la difusió.	CØ
		Les analogies no es van acabar d'entendre bé en si, ni la seva relació amb l'equilibri químic.	DC	Introducció d'aspectes clau en les analogies com són la igualació de velocitats, la necessitat d'explicar un fenomen macroscòpic amb un model microscòpic i el moviment constant de les partícules.	CC
		No s'acaba d'entendre què aporta o quin és el propòsit de cada analogia.	DM	Les dues analogies (pomes i U) s'introdueixen en dues posades en comú diferents.	CA
		Malgrat tenir un guió general de les posades en comú, van ser una mica desorganitzades i desendregades.	DS	Es planifiquen amb anterioritat i concretant totes les intervencions de la professora: quins conceptes s'han d'introduir, quins s'han de discutir, quins exemples i analogies es faran servir, en quins moments...	CA
	Explicar als alumnes quins són els apartats que vénen a continuació i què hauran de fer.				
Pregunta 13: Quina relació creus que té la demostració que ha fet el/la professor/a a classe amb l'equilibri químic?	Expressar d'una manera formal les conclusions generals sobre l'equilibri químic a partir de les analogies utilitzades.	Els alumnes no van entendre gaire bé la pregunta i van respondre una mica el que els semblava.	DM	Reformulació de la pregunta: més enllà de la demostració del professor, quines conclusions sobre l'equilibri químic s'enduen els alumnes?	CQ

		La pregunta no s'ajusta bé al propòsit dels objectius de la pràctica, està mal enfocada.	DObj		
Paràgraf de la notícia sobre l'efecte dels oceans i el CO ₂ (context)	Explicar quin és l'efecte que provoca l'absorció del CO ₂ en els oceans i situar als alumnes en la pràctica.	Aquest paràgraf no és del tot rigorós: no tot el CO ₂ que s'absorbeix és derivat de l'activitat humana.	DP	Eliminació de "derivat de l'activitat humana".	CG
Pregunta 14: Què vol dir per a tu "àcid" i "base"?	Fer emergir les idees prèvies sobre el model àcid - base que tenen els alumnes.	Alguns alumnes barregen conceptes que no corresponen.	DC	Canvi d'enfocament de la pregunta. Es preguntarà de manera més subtil i relacionat amb el context: per què podem dir que l'àcid carbònic és un àcid (a la llum de les equacions de reacció)	CQ
		La pregunta no està relacionada amb cap experiència prèvia, amb el context, ni amb el model d'equilibri químic i queda fora de lloc.	DS		
Pregunta 15: Si afegim hidròxid de sodi sòlid (NaOH) a un vas que conté una mica d'aigua, què creus que passarà? Escribe les equacions de les reaccions implicades.	Expressió del fenomen de dissociació en aigua mitjançant l'equació de la reacció	La pregunta està massa centrada en el model àcid - base. Cal donar més importància al model d'equilibri químic.	Dobj	Canvi d'enfocament de la pregunta sobre les reaccions d'equilibris de dissociació.	CQ
		La pregunta no està relacionada amb el context.	Dobj		
Pregunta 16: Es pot considerar que en el cas anterior s'estableix algun tipus d'equilibri entre ls components que es troben en solució? Justifiqueu la vostra resposta.	Justificació, discussió dels possibles equilibris implicats en una reacció.	Els alumnes no tenen prous arguments i coneixements per justificar aquesta pregunta.	DC	Eliminació de la pregunta.	CQ
		En el guió de pràctiques hi ha massa preguntes i cal retallar-lo perquè guanyar agilitat.	DS		
Pregunta 17: (...) què creus que passarà? Escribe les equacions de les reaccions implicades.	Relacionar un àcid feble amb l'equilibri químic mitjançant les equacions de reacció	En general, els alumnes no especifiquen l'existència de l'equilibri en les equacions.	DC	Canvi d'enfocament de la pregunta sobre les reaccions d'equilibris de dissociació. S'ajunta amb la pregunta 18 i 20.	CQ
		La resposta a la pregunta no aporta massa més a la construcció del model.	DS		
		En el guió de pràctiques hi ha massa preguntes i cal retallar-lo perquè guanyar agilitat.	DS		

Annexos

Pregunta 18: (...) es pot considerar que s'estableix algun tipus d'equilibri entre els components que es troben en solució? Justifiqueu la vostra resposta.	Aplicació del model d'equilibri a un cas concret i justificació en base a les dues preguntes anteriors	La justificació en base a si és un àcid feble o fort i no s'especifica l'equilibri químic.	DC	Canvi d'enfocament de la pregunta sobre les reaccions d'equilibris de dissociació. S'ajunta amb la pregunta 17 i 20.	CQ
		En el guió de pràctiques hi ha massa preguntes i cal retallar-lo perquè guanyar agilitat.	DS		
Pregunta 19: Quin paper creus que juga l'aigua en aquests dos casos?	Posar de manifest la importància de l'equilibri de l'aigua.	En el guió de pràctiques hi ha massa preguntes i cal retallar-lo perquè guanyar agilitat.	DS	Eliminació de la pregunta.	CQ
		Els alumnes no van entendre gaire bé la pregunta i van respondre una mica el que els semblava.	DM		
Pregunta 20: (...) quins equilibri creus que s'estableixen quan l'àcid carbònic (H ₂ CO ₃) es troba en aigua?	Relació equilibri químic amb dissociació d'àcids en aigua	La pregunta sobre l'àcid carbònic aquí queda una mica fora de lloc en la seqüència d'aquesta pràctica.	DS	Al tractar-se d'un altre àcid feble es canvia l'enfocament de la pregunta i s'ajunta amb les qüestions 17 i 18.	CQ
Posada en comú	Darrera aproximació al model d'equilibri químic i la seva relació amb els àcids i les bases.	Els alumnes no acabaven de tenir clares les implicacions del model, ja que totes les explicacions eren abstractes.	DC	introducció d'una representació (analogia) de l'equilibri químic: els alumnes feien de reactius i de productes reaccionant que la durà la Raquel.	CC
		Malgrat tenir un guió general de les posades en comú, van ser una mica desorganitzades i desendregades.	DS	Es planifiquen amb anterioritat i concretant totes les intervencions de la professora: quins conceptes s'han d'introduir, quins s'han de discutir, quins exemples i analogies es faran servir, en quins moments...	CA
	Explicar als alumnes quins són els apartats que vénen a continuació i què hauran de fer.				
Pregunta 21: A quines conclusions heu arribat després de la posada en comú?	Expressió de les conclusions sobre la relació entre l'equilibri químic i les reaccions de dissociació dels àcids i les bases	Els alumnes responen exactament el que els vaig comentar en la posada en comú sobre els peixos.	DC		

Apartat 2.1. Comparem àcids i bases: el pH.	Relacionar el grau de dissociació d'un àcid o una base amb el model d'equilibri químic a partir del valor del seu pH en dissolució aquosa.	Tot i que es va considerar que els alumnes, pel curs on es trobaven, havien de saber sobre què és el pH i tenir bastant assumit el model d'àcid i base, la realitat és que sovint no és així. Cal donar-los informació sobre aquests conceptes perquè puguin seguir la pràctica.	DC	S'afegeixen dos apunts teòrics: què implica el model àcid - base de Bronsted i Lowry i com es defineix el pH.	CC
		La majoria d'alumnes, quan van arribar a aquest apartat, es van oblidar de que el model principal que s'estava construint era el d'equilibri químic i es van centrar totalment en els àcids i les bases com si no tingués res a veure amb l'anterior.	DC	Canvi d'orientació en l'apartat 2.1. ja no es tracta de comparar àcids i bases, sinó de mirar de respondre si tots els àcids i les bases que es troben en solució també es troben en equilibri.	CA
Pregunta 23: Quines reaccions es donen quan l'hidroxid de sodi es troba en aigua? I amb l'amoníac?	Expressió de les reaccions de dissociació d'una base feble i una base forta en aigua.	Molts alumnes comenten que ja han escrit abans una de les dues reaccions.	DS	Modificació de l'enunciat de la pregunta per no fer repetir als alumnes respostes.	CQ
		Alguns no expressen la reacció de dissociació de l'amoníac amb una doble fletxa.	DC		
Pregunta 24: (...) com podrieu interpretar que el valor del pH sigui diferent malgrat que les dues substàncies estiguin en la mateixa concentració?	Relacionar el pH, el grau de dissociació i l'equilibri químic	Alguns alumnes no fan servir el model d'equilibri químic per justificar el fenomen.			
Pregunta 25: d'on provenen els protons que mesura l'equip Multilog en el cas de l'amoníac?	Relació entre el resultat experimental del pH i l'equilibri de dissociació de l'aigua	Molt pocs alumnes fan referència a l'equilibri de dissociació de l'aigua com a causa de l'existència de protons en un medi bàsic.	DC	Eliminació de la pregunta 25 en el guió de pràctiques, tot i que es seguirà preguntant en la posada en comú.	CQ
		La pregunta és complicada perquè implica la concatenació de diversos equilibris. Els alumnes, en els grups petits, no tenen prou eines per poder respondre-la.	DC		
Pregunta 26: Quina relació hi ha entre el pH i els canvis de colors de la reacció?	Relacionar el resultat experimental del pH, l'equilibri químic i l'experiència del principi de la pràctica.	En la implementació no es va dur a terme aquesta part ja que, com que el temps era just.	DT		

		La pregunta era sobre una experiència que ja s'havia realitzat, es va considerar que no aportava gaire més a la construcció del model.	DS		
Posada en comú	Posada en comú dels resultats i relació dels fenòmens observats amb l'equilibri químic.	No es va fer la posada en comú perquè quedava poc temps.	DT	Temporitzar millor les diferents activitats.	CT
Pregunta 27: A quines conclusions heu arribat amb la posada en comú?	Expressió de les conclusions que s'han obtingut en la posada en comú.	Tot i que alguns alumnes van respondre la pregunta, com que no es va fer posada en comú, no tenia sentit respondre-la.	DS		
Pregunta 28: Repartiu-vos les substàncies entre els dos equips de la mateixa taula i anoteu els seus valors del pH en la taula següent:	Expressió dels resultats del pH per a cada substància	Els alumnes s'ho passen bé mesurant però després són incapaços de trobar una connexió entre el que han fet i el model d'equilibri químic.	DC	Eliminació de l'apartat sobre la mesura del pH d'àcids i bases quotidians.	CA
		L'activitat no té sentit en la construcció del model d'equilibri químic.	DS	S'afegeix un apartat per quantificar la constant d'equilibri de l'àcid acètic a partir dels valors de pH obtinguts amb el Multilog.	CA
		L'ús del Multilog està poc aprofitat ja que només es fa servir per a experiments qualitatius.	Dobj		
		En relació a les altres pràctiques REVIR, en aquesta no hi ha cap experiment que sigui quantitatiu i de tractament de gràfiques.	DE		
Pregunta 29: (...) de quina manera podrien contribuir els peixos a reduir l'acidesa dels oceans?	Redacció de les conclusions general de la pràctica en relació al context.	La qualitat de les respostes és molt baixa. La majoria d'alumnes han copiat el que vaig escriure a la pissarra.	DC	Es canvia l'enfocament de l'apartat final: els alumnes hauran de justificar, en base al que han après durant la pràctica, per què els peixos (que aporten carbonats) contribueixen a que el pH de l'aigua no disminueixi tant.	CA
		El factor cansament juga un paper important i disminueix substancialment l'atenció dels alumnes al final de la pràctica.	DT		
		els alumnes tenen poques eines per respondre-la en base al que s'ha tractat anteriorment.	DC		
		La pregunta en si, és un salt molt gran.	DS		

Posada en comú	Posada en comú dels resultats del pH i relació de l'equilibri químic i els àcids i les bases amb el context.	Malgrat tenir un guió general de les posades en comú, van ser una mica desorganitzades i desendregades.	DS	Es planifiquen amb anterioritat i concretant totes les intervencions de la professora: quins conceptes s'han d'introduir, quins s'han de discutir, quins exemples i analogies es faran servir, en quins moments...	CA
	Explicar als alumnes quins són els apartats que vénen a continuació i què hauran de fer.				
Inspiration (mapa conceptual)	Realitzar un mapa conceptual per plasmar les principals idees del model d'equilibri químic que s'enduen els alumnes.	L'enunciat no acaba de quedar clar: Inspiration? Mapa conceptual?	DP	Reformulació de l'enunciat sobre les conclusions generals de la pràctica.	CG
		Els alumnes estaven molt cansats i amb ganes d'acabar en el moment de realitzar el mapa conceptual.	DT	Es canvia la plantilla de l'Inspiration: es simplifica i es deixa més oberta perquè els alumnes introdueixin més contingut si ho creuen necessari.	CI
		La plantilla del mapa conceptual està força carregada. Cal facilitar-los la resolució de la tasca.	DM		
		Es va donar molt poc temps als alumnes per construir els mapes conceptuais sense poder posar en comú les aportacions de cadascú.	DT	Cal ajustar millor els temps de cada activitat.	CT
Opinió dels alumnes escrita.	Recollir la opinió dels alumnes sobre els punts forts i febles de la pràctica.	No va donar temps a que responguessin	DT	Cal ajustar millor els temps de cada activitat.	CT
Valoració general professors	Resaltar els aspectes més positius i negatius de la pràctica per millorar-la.	Els alumnes anaven una mica perduts i no sabien per quin motiu feien les activitats.	DM	En totes les explicacions del professor cal anar recordant el context així com la pregunta de recerca.	CG
		La importància de la constant d'equilibri en el model queda en segon lloc i només s'anomena de passada.	DM	S'afegeix un apartat per determinar quines són les variables que modifiquen una constant d'equilibri utilitzant un laboratori virtual.	CG
		Aprofitar al màxim les potencialitats que ofereixen les eines TIC.	Dobj		
		Els alumnes no acaben d'aplicar els coneixements adquirits sobre el model d'equilibri químic i d'àcid - base en els experiments finals i això es reflecteix en les conclusions finals.	DC	S'afegeix un apartat final: els alumnes hauran de dissenyar un experiment per comparar l'efecte que provoquen els peixos respecte un sistema de control. També s'inclou una pregunta de	CA

L'evidència entre la relació del model d'E.Q. i el context no és clara en els alumnes.	DC	predicció i, a la posada en comú, s'interpretaran els resultats.
El guió de pràctiques està massa carregat de preguntes teòriques i poca pràctica procedimental.	DS	

8.10. ANÀLISI DELS CANVIS I LES DIFICULTATS DE LA TERCERA EDICIÓ

Pregunta/ tasca del guió de pràctiques.	Objectiu de la pregunta/ tasca	Dificultat/ necessitat de l'estudiant o del professor identificada en la tasca	Codi tipus dificultat	Canvis introduïts en la tasca	Codi tipus canvi
Objectius de la pràctica	Establir les directrius competencials principals que s'han d'assolir amb el disseny i implementació de la pràctica.	Els objectius no recullen bé la importància que tenen l'ús de TIC en la pràctica.	Dobj	S'afegeix un objectiu relacionat amb l'ús de les TIC.	Cobj
Rebuda dels alumnes, benvinguda i presentació de la pràctica.	Presentació dels objectius principals de la pràctica als alumnes i trencar el gel.	Pràcticament no hi ha haver presentació de la pràctica. Desseguida es va començar a preguntar als alumnes sobre què creien que era l'equilibri químic perquè que comencessin a realitzar experiments.	DS	Cal dedicar un temps més gran a trencar el gel: presentar la facultat, el programa REVIR, els monitors, situar la pràctica... començar a interactuar amb els alumnes.	CT
				Cal explicar més extensament el context de l'acidificació dels oceans, i per què el volem estudiar: impacte en els éssers vius.	CC
Projecció de la presentació d'Scrapbook	Tenir un suport gràfic i interactiu per a les explicacions orals. Ajudar a situar-se millor els alumnes en el moment en que es troben del desenvolupament global de la pràctica.	Tot i que els títols de les reaccions estaven escrits en les diapositives corresponents, als alumnes no els quedava prou clar de quina reacció s'estava parlant ni com s'aconseguia desplaçar l'equilibri. En els dos casos calia tornar a escriure a mà l'equació de la reacció per aclarir-ho.	Dø	S'afegeix l'equació de les dues reaccions a l'Scrapbook.	CI
Pregunta 5: Quan es podria considerar que la reacció entre el dicromat i l'aigua, o entre el cromat i els cations d'hidrogen ha finalitzat?	Reflexionar sobre el possible acabament de reaccions en equilibri com a primera aproximació a la construcció del model d'equilibri químic.	Les respostes són massa escuetes i sembla que no han estat gaire pensades.	DC	S'afegeix "justifica la teva resposta" darrere de la pregunta.	CQ

Pregunta 7: (...) de quines maneres se us acut que es pot intervenir en l'equilibri proposat i quins resultats creieu que podríem obtenir?	Realitzar una predicció a partir de la informació que proporcionen les equacions de reacció.	Les respostes són molt escuetes i, fins i tot, alguns alumnes l'han deixat en blanc.	DC	En la posada en comú anterior i explicació de l'experiment cal donar més importància a la necessitat de realitzar prediccions.	CG
		Els alumnes comencen a realitzar els experiments sense aturar-se a respondre les preguntes de predicció.	DP		
Instruccions sobre l'experiència.	Donar indicacions bàsiques als alumnes per a realitzar l'experiència.	Els alumnes es prenen al peu de la lletra les "gotes" que calia posar en cada tub d'assaig quan, en realitat, era una mesura totalment aproximada.	DP	Es modifica l'enunciat de les instruccions de la pàgina 4 perquè els alumnes entenguin millor què han de fer i no es fixin tant en els detalls de les gotes.	CG
Pregunta 8:	Recollir els resultats de l'experiment i interpretar-los.	Molts alumnes no entenen quina diferència hi havia entre aquesta pregunta i l'anterior.	DM	En la posada en comú anterior cal explicar les diferències entre les dues taules així com donar la importància necessària a cadascuna.	CG
Pregunta 10: Quina relació creieu que hi ha entre el que heu estat observant en aquest apartat i les conclusions de l'apartat anterior?	Relacionar els fenòmens i interpretacions d'aquest apartat amb els de l'anterior.	La majoria d'alumnes deixa la resposta en blanc.	Dø	Es deixa un espai més gran per respondre la pregunta perquè els alumnes no tinguin limitacions per expressar-se amb llibertat.	Cø
		L'espai de resposta de la pregunta era petit i els alumnes s'estressaven perquè no sabien com resumir el que volien explicar en tan poc espai.	DP		
Posada en comú.	Posar en comú els resultats de les experiències així com les interpretacions dels alumnes per seguir construint el model d'equilibri químic.	Les principals implicacions del model queden més clares amb la representació a gran escala amb els alumnes i afegir una altra analogia és redundant.	DS	Es suprimeix l'analogia de les pomes i el jardí a favor de donar més pes a l'exemple de l'equilibri químic.	CC
		Tot i que el rigor ha augmentat, no acaba de quedar clar què impulsa a les reaccions a "compensar" la pertorbació causada.	DC	cal posar més èmfasi al factor probabilístic com a causant de la "compensació" de les reaccions ja sigui amb una analogia o explicant-ho.	CC
	Explicar als alumnes quins són els apartats següents i què hauran de fer.	Els alumnes, en general, mai han fet servir el Multilog i (encara menys) el sensor de pH. Es troben perduts i no saben com procedir per mesurar.	DP	Cal ensenyar com s'ha de fer servir l'equipament Multilog: desenroscar el potet, netejar amb aigua el sensor, assecar-lo... etc.	CG

Annexos

Pregunta 11: Escriu quines característiques ha de complir una reacció perquè puguem dir que està en equilibri químic (...).	Expressar d'una manera formal les conclusions sobre el model d'equilibri químic.	Molts pocs alumnes responen la pregunta i, els que ho fan, reproduïen exactament el que vaig apuntar a la pissarra.	DC	Després d'acabar l'explicació de l'apartat següent, també cal remarcar la importància de recollir les conclusions o les idees més importants que considerin els alumnes.	CG
Pregunta 12: Quin equilibri o equilibris estableix l'àcid carbònic quan es troba en aigua? (...)	Aplicació dels coneixements d'equilibri químic a un nou context i exploració dels coneixements previs sobre el model àcid - base.	Hi ha un error tipogràfic en la pregunta.	DP	Correcció de l'error tipogràfic.	CQ
Posada en comú.	Explicar als alumnes quins són els apartats següents i què hauran de fer.	No es van explicar bé els dos apartats que calia fer a continuació, especialment l'apartat 2.3. i els alumnes, quan van acabar el 2.2 no sabien què fer.	DM	En la posada en comú de l'apartat 2.1 cal presentar els dos següents apartats: 2.2 i 2.3 per tenir una visió global del que caldrà fer.	CG
				Tot i que es realitzi una visió global del 2.2 i 2.3, caldrà fer una miniaturada després del 2.2 per tornar a situar el següent apartat i establir quines variables mirarem (conc. Inicial, temperatura...)	CG
Pregunta 17: (...) expliqueu de quina manera podem relacionar els àcids i les bases amb l'explicació d'equilibri químic que hem comentat anteriorment.	Redacció de les conclusions després de la posada en comú.	Els alumnes estaven cansats i amb ganes de marxar a esmorzar.	DT	Després d'acabar l'explicació de l'apartat següent, també cal remarcar la importància de recollir les conclusions o les idees més importants que considerin els alumnes.	CG
		Cap alumne ha respost la pregunta.	DØ		
Pregunta 19: (...) A partir del resultat obtingut i de la fórmula del pH, ompliu la taula següent i calculeu la constant d'acidesa (Ka).	Càlcul de la constant d'equilibri d'un àcid feble a partir del valor del seu pH.	El procediment que saben els alumnes per calcular la constant és diferent al que jo he fet servir per ajudar en alguns grups i això els despista moltíssim.	DC	A l'hora de comentar els càlculs de la constant d'acidesa cal preguntar com ho han estudiat a classe, si és que ho han estudiat i explicar-ho de la manera que sàpiguen.	CQ

Annexos

Pregunta 20: Quines variables creus que poden modificar la constant d'equilibri i quines no?	Predicció sobre les possibles variables que poden modificar una constant en base al model cinetic - corpuscular.	La majoria d'alumnes respon la pregunta sense pensar gaire, només reproduint el que han après a l'escola.	DC		
Pregunta 21:	Ompliu la taula següent amb els valors que heu obtingut de cada espècie present a l'equilibri per a cada variable que considereu i calculeu-ne la constant.	Al principi anaven una mica perduts perquè no sabien en què s'havien de fixar de l'experiment anterior per respondre la pregunta.	DM	En la posada en comú anterior s'ha de discutir sobre quines variables ens fixarem i per què.	CQ
Pregunta 22: Quines variables han modificat la constant d'equilibri segons els resultats de la taula anterior?	Definir, a la llum dels resultats experimentals, quines són les variables que afecten a la constant d'equilibri.	Els alumnes comparaven la constant d'equilibri amb les modificacions introduïdes del laboratori virtual amb la calculada experimentalment i sempre els sortia diferent perquè a l'enunciat de l'experiència no s'especificava com s'havia de fer	DP	Cal insistir en l'explicació de l'apartat que tornin a calcular la constant d'equilibri en condicions normals quan facin servir el laboratori virtual per comparar-les.	CG
				S'ha afegit en el guió de pràctiques que és necessari tornar a calcular la constant d'equilibri en el laboratori virtual per comparar-la amb les modificacions.	CG
Posada en comú.	Explicar als alumnes quins són els apartats següents i què hauran de fer.	No es va parlar del control de variables en el darrer experiment dels peixos i no va quedar clar per què havíem de mantenir constant tota la resta i comparar les dues situacions.	DM	En l'explicació del darrer experiment cal posar de manifest la necessitat de controlar la resta de variables per poder comparar els dos pHs.	CG
Pregunta 23: Després de la posada en comú expliqueu què és la constant d'equilibri i quines variables la poden modificar.	Redacció de les conclusions després de la posada en comú.	La gran majoria d'alumnes no escriu res	DØ	Després d'acabar l'explicació de l'apartat següent, també cal remarcar la importància de recollir les conclusions o les idees més importants que considerin els alumnes.	CG

Annexos

Retall de la notícia (context) i informació sobre les reaccions de dissociació de l'àcid carbònic en aigua.	Vincular la pràctica amb el context i el model d'equilibri	Els alumnes no coneixen la reacció de dissolució del CO ₂ en aigua i no relacionen els equilibris de dissociació de l'àcid carbònic amb la formació de l'àcid a l'aigua.	DC	S'afegeix, prèviament a les equacions dels equilibris de dissociació de l'àcid carbònic en aigua, l'equació de dissolució del CO ₂ en aigua i obtenció de l'àcid carbònic.	CC
Pregunta 25: (...) escriuiu per què aquesta acció acaba provocant una disminució dels cations d'hidrogen a l'aigua.	Justificació en base al model d'equilibri químic l'efecte que provoquen els peixos en la disminució del pH de l'aigua dels oceans.	L'enunciat de la pregunta és equívoc: en realitat, els peixos no emeten carbonats perquè no ho fan de manera conscient.	DP	Es canvia una paraula de l'enunciat de la pregunta per donar-li rigor.	CC
Instruccions sobre l'experiència.	Donar indicacions bàsiques als alumnes per a realitzar l'experiència.	No s'esmenta la necessitat de controlar la resta de variables i els alumnes no entenen com havien de realitzar l'experiment. Estaven confosos.	DM	S'afegeix una pregunta al guió de pràctiques referent al control de variables per donar-li més importància (volum de solució, persona que bufa, temps de bufada... i comparació del pH)	CQ
Valoració dels docents	Ressaltar els aspectes més positius i negatius de la pràctica per millorar-la.	El fet de que hi hagi alguns reactius que els hem de servir nosaltres alenteix el ritme de la pràctica molt i els alumnes es cansen més.	DT	Cal aconseguir més ampolles i recipients perquè cada grup de treball o cada 2 grups tinguin tot el material necessari.	CØ

8.11. ANÀLISI DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A UNA PREGUNTES DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES DE LA 1A EDICIÓ

#Alumne	Pregunta 22	Indicador									
		1	2	3	4	5	6	7	15		
Enunciat	En tots els casos, es pot considerar que la reacció del cromat - dicromat que has observat està en equilibri? Justifica la teva resposta.	---	---	---	---	---	---	---	---		
Objectius	Relacionar el model d'equilibri químic amb el fenomen observat.	---	---	---	---	---	---	---	---		
1	Resposta en blanc.										
2	Resposta en blanc.										
3	Resposta en blanc.										
4	Resposta en blanc.										
5	Resposta en blanc.										
6	Resposta en blanc.										
7	Resposta en blanc.										
8	Resposta en blanc.										
9	Resposta en blanc.										
10	Resposta en blanc.										
11	Resposta en blanc.										
12	Resposta en blanc.										
13	Resposta en blanc.										
14	Resposta en blanc.										
15	Resposta en blanc.										
16	Resposta en blanc.										
17	Resposta en blanc.										

18 Resposta en blanc.

19 Resposta en blanc.

20 Resposta en blanc.

21 Resposta en blanc.

22 Resposta en blanc.

23 Resposta en blanc.

24 Resposta en blanc.

25 Resposta en blanc.

8.12. ANÀLISI DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A DUES PREGUNTES DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES DE LA 2A EDICIÓ

#Alumne	Pregunta 1	Indicador								Pregunta 11	Indicador							
		1	2	3	4	5	6	7	15		1	2	3	4	5	6	7	15
Enunciat	Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior. Què creus que volen dir els autors quan parlen d'equilibri químic i què pot tenir a veure amb els oceans?	---	---	---	---	---	---	---	---	Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?	---	---	---	---	---	---	---	---
Objectius	Fer emergir les idees prèvies sobre l'equilibri químic i la seva relació amb el context	---	---	---	---	---	---	---	---	Interpretació, a nivell molecular, de les observacions dels experiments.	---	---	---	---	---	---	---	---
1	Té a veure en que moltes reaccions es donen en medi aquós, la salinitat dels oceans i els peixos en els oceans ajuden a diluir més i ha arribat abans a l'equilibri.	0	0	0	0	0	0	0	0	Que no estan quiets i depenent de la substància majoritària estava d'un color o altre.	1	0	0	0	0	0	0	0
2	Perquè els peixos fan reaccions químiques, provoquen reaccions a l'aigua.	0	0	0	0	0	0	0	0	Les partícules es mouen cap a la dreta de la reacció quan hi afegim KSCN i cap a l'esquerra amb el FeCl ₃ .	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Els peixos constitueixen l'equilibri de l'oceà per la seva activitat biològica que realitzen i les reaccions químiques que fan.	0	0	0	0	0	0	0	0	Que estan constantment reaccionant i passant de reactius a productes i viceversa.	0	1	0	0	0	0	0	0

4 L'equilibri químic es refereix que els productes i els reactius després de reaccionar es troben dels dos i segueixen reaccionant per igual en un mateix punt els 2. Doncs que els oceans també es donen reaccions químiques i busquen equilibri.

0	0	1	0	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Estan canviant, trencant els enllaços i formant-ne de nous. El mateix nombre de molècules passen a reactius i els mateixos productes estant en equilibri.

1	1	0	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

5 L'equilibri químic consisteix en una reacció química la qual està en equilibri, hi ha de tot, tant de productes com re reactius al finalitzar la reacció. No s'acaben els reactius i es formen els productes. Hi ha de tot en acabar. En els oceans també hi ha reaccions químiques i hi han substàncies i els peixos deuen afavorir que hi hagi de tot a l'oceà.

0	0	0	0	0	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Estan canviant, es trenquen enllaços entre les molècules dels compostos i es formen d'altres entre altres molècules formant altres compostos. Però les mateixes molècules que van a la dreta tornen a l'esquerre.

1	1	0	0	1	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

6 L'equilibri químic és un estat on les reaccions estan igualades en la mateixa quantitat de reactius que es reaccionen que de productes que torna fent la reacció de manera inversa tornant a reactius. Els peixos amb la respiració per exemple estan fent reaccions que intervenen en l'equilibri dels oceans.

0	0	0	1	0	1	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Hi ha un equilibri entre les molècules de reactiu que reaccionen que les molècules de productes que reaccionen.

0	1	0	0	1	0	0	0
---	---	---	---	---	---	---	---

7	La reacció directa i inversa està igualada, és a dir, hi ha la mateixa quantitat de reactius que de productes.	0 0 0 1 0 0 0 0	Resposta en blanc.	
8	Un equilibri químic es dona quan les concentracions de productes i reactius s'igualen i, per tant, la reacció no continua cap a cap lloc. Es dona quan la reacció directa i inversa s'igualen.	0 0 0 1 0 0 0 0	Busquen l'equilibri.	0 0 0 0 0 0 0 0
9	Ens referim a l'equilibri químic quan parlem	0 0 0 0 0 0 0 0	Resposta en blanc.	
10	L'equilibri químic es refereix a l'estat d'una reacció en que els reactius ja no reaccionen més, s'aturen. En els oceans deu voler dir les reaccions que es duen a terme.	0 0 0 0 0 0 0 0	Les molècules del FeCl_3 que hem afegit, reaccionen amb el KSCN i la reacció va cap a la dreta, s'ha fet més $\text{Fe}(\text{SCN})_3$ i KSCN , que són de color vermell.	0 0 0 0 0 0 0 0
11	Que els peixos ajuden a que les reaccions que es duen a terme a l'oceà es mantinguin en equilibri químic, pot ser respecte la salinitat, els residus que es generen...	0 0 0 0 0 0 0 0	Si afegim KSCN les seves molècules reaccionen amb el FeCl_3 i obtindrem KCl i $\text{Fe}(\text{SCN})_3$, també passa a la inversa.	0 1 0 0 0 0 0 0
12	Parlen d'equilibri químic quan tenen una reacció per saber si aquella reacció s'ha acabat o encara no.	0 0 0 0 0 0 0 0	Van de una reacció a l'altre perquè hi hagi més concentració d'un que de l'altre i llavors es vegi més taronja o més vermell.	0 0 0 0 0 0 0 0

13	Reaccions entre diverses substàncies fins que arriba a un punt que no es produeixen menys canvis.	0 0 0 0 0 0 0 0	Encara que estigui en equilibri continua reaccionant, si es produeix més reactius l'equilibri va cap a la dreta per assolir l'equilibri i al revés.	0 0 0 0 0 1 0 0
14	Tindrà alguna reacció química.	0 0 0 0 0 0 0 0	Hi ha una mescla de les molècules de FeCl_3 i 3KSCN .	0 0 0 0 0 0 0 0
15	Que l'equilibri químic al mar farà alguna reacció química que tindrà a veure amb els peixos.	0 0 0 0 0 0 0 0	Que les molècules segueixen xocant i per tant segueixen reaccionant.	1 0 0 0 0 1 0 0
16	Pot ser que en els oceans hi hagi un equilibri químic i que es formi O_2 a la vegada que hi ha reactius. Si els peixos sortissin de l'oceà pot ser que variessin l'equilibri químic.	0 0 0 0 0 0 0 0	Que s'estan movent constantment i tota l'estona estan xocant. Per tant la reacció mai para.	1 0 0 0 0 1 0 0
17	Com que els oceans són un ecosistema es produeixen moltes reaccions, les quals amb ajuda dels peixos es mantenen en un equilibri.	0 0 0 0 0 0 0 0	S'han produït un trencament de molècules amb xocs d'àtoms continu estant tot en equilibri.	1 0 0 0 0 0 0 0
18	Doncs que, com que un oceà és un ecosistema, dins d'aquests és donen constantment moltes reaccions. Per tant l'autor deu parlar de l'equilibri d'aquestes reaccions i de com els peixos hi poden influir.	0 0 0 0 0 0 0 0	Els xocs de les reaccions es continuen donant però de manera equilibrada.	1 0 0 0 0 1 0 0

19	En els oceans es donen un seguit de reaccions fins a arribar a l'equilibri químic, i els éssers vius poden intervenir en aquest.	0 0 0 0 0 0 0 0	A nivell molecular s'estan produint xocs realitzant les anteriors reaccions. Els reactius xoquen i formen productes de la mateixa manera.	1	0 0 0 0 0 0 0
20	Els peixos excreten NH_3 i els bacteris el redueixen. Quan aquesta reacció està en equilibri podem garantir que el cicle de vida marina continuarà intacte.	0 0 0 0 0 0 0 0	Les molècules xoquen i van reaccionant.	1	0 0 0 0 0 0 0
21	Els peixos expulsen NH_3 , els bacteris el transformen en O_2 . Les algues també són una font potencial d' O_2 .	0 0 0 0 0 0 0 0	Les molècules xoquen entre si constantment per passar d'una banda a l'altre.	1	0 0 0 0 0 0 0
Total		0 0 1 3 0 2 0 0		10	5 0 0 3 6 0 0
Total indicador/alumne (%)		0 0 5 14 0 10 0 0		53	26 0 0 16 32 0 0

8.13. ANÀLISI DE LES RESPOSTES DELS ALUMNES A DUES PREGUNTES DEL GUIÓ DE PRÀCTIQUES DE LA 3A EDICIÓ

#Alumne	Pregunta 1	Indicador								Pregunta 9	Indicador							
		1	2	3	4	5	6	7	15		1	2	3	4	5	6	7	15
Enunciat	Torna a rellegir el titular de la notícia de la pàgina anterior i respon: Què és per a tu l'equilibri químic i quina relació creus que pot tenir amb els oceans i els peixos?	---	---	---	---	---	---	---	---	Què us imagineu que pot estar passant, a nivell de molècules i àtoms, en els fets que heu observat en aquest apartat?	---	---	---	---	---	---	---	---
Objectius	Fer emergir els coneixements previs dels alumnes respecte el model d'equilibri químic i la seva relació amb el context.	---	---	---	---	---	---	---	---	Relacionar els fenòmens observats amb el model microscòpic de l'equilibri químic.	---	---	---	---	---	---	---	---
1	Quan una reacció és reversible	0	0	0	0	0	0	0	0	Reaccionen les diferents molècules entre elles per formar productes o reactius.	1	1	0	0	0	0	0	0
2	L'equilibri químic consisteix en que la reacció és reversible.	0	0	0	0	0	0	0	0	Reaccionen les molècules entre elles per formar producte o reactiu.	1	1	0	0	0	0	0	0
3	Resposta en blanc									Resposta en blanc.								
4	Resposta en blanc									Que s'estan movent constantment.	1	0	0	0	0	0	0	0
5	L'equilibri és una constant que indica la [] de soluts que es manté constant en una dissolució.	0	0	0	0	0	0	0	1	Intenten arribar a l'equilibri.	0	0	0	0	0	0	0	0

6	És la proporció entre reactius i productes.	0 0 0 0 0 0 0 0	1	S'igualen les proporcions entre productes i reactius.	0 0 0 0 0 0 0 0	1
7	L'equilibri és una constant que indica la [] de soluts que es manté constant en una dissolució.	0 0 0 0 0 0 0 0	1	Passen d'un costat a un altre de la reacció; (Escriu 6 i al costat 3 i una fletxa que va del 6 al 3 amb un +1 a sobre i una altra que va del 3 al 6 amb un +1 a sobre; s'assembla molt a l'esquema de la representació de l'equilibri químic que va conduir la Raquel).	0 0 0 0 0 0 0 0	0
8	La igualtat entre càrregues de Reactius i Productes. Podem modificar-la i que no li passa res.	0 0 0 0 0 0 0 0	0	Les molècules es desnaturalitzen en augmentar la concentració de [KCl].	0 0 0 0 0 0 0 0	0
9	És la igualtat entre càrregues o reactius amb productes..	0 0 0 0 0 0 0 0	0	Que s'estan desplaçant cap a un lloc i cap un altre. Están en moviment i hi ha intercanvi de càrregues i de concentracions.	1 0 0 0 0 0 0 0	0
10	Resposta en blanc			Les molècules es mouen per assolir l'equilibri.	0 0 0 0 0 0 0 0	0
11	Resposta en blanc			En [KSCN]i el sistema es desplaçarà per compensar la variació en el sentit que [KSCN]!, (p. le Châtelier), és a dir cap a la dreta (vermell); En [KCl]i el sistema es desplaçarà per compensar la variació en el sentit que [KCl]! (p. Le Châtelier), es a dir, cap a l'esquerra (taronja).	0 0 0 0 0 0 0 0	0

Total	0	0	0	0	0	0	0	3
Total indicador/alumne (%)	0	0	0	0	0	0	0	43

4	2	0	0	0	0	0	1
40	20	0	0	0	0	0	10